



N. Huzum
G. Rantz

2

MASINI, UTILAJE ȘI INSTALAȚII DIN INDUSTRIA CONSTRUCȚIILOR DE MASINI

Manual pentru licee industriale
cu profilurile de mecanică și
electrotehnică, clasa a XII-a,
și școli profesionale

ing. N. HUZUM
ing. G. RANTZ

MAȘINI, UTILAJE ȘI INSTALAȚII DIN INDUSTRIA CONSTRUCȚIILOR DE MAȘINI

Manual pentru licee industriale
cu profilurile de mecanică
și electrotehnică (meseriile
mecanic pentru mașini și utilaje
și electromecanic), clasa a XII-a,
și școli profesionale.



**EDITURA DIDACTICĂ ȘI PEDAGOGICĂ,
BUCUREȘTI – 1978**

CAPITOLUL 1

ELABORAREA PROCESELOR TEHNOLOGICE DE PRELUCRARE MECANICĂ

1. ELABORAREA PROCESELOR TEHNOLOGICE ȘI TEHNOLOGICITATEA CONSTRUCȚIEI MAȘINILOR

Procedeele tehnologice de prelucrare mecanică se aleg avîndu-se în vedere toți factorii care determină tehnologicitatea și economicitatea procesului.

Procedeul tehnologic ales trebuie să asigure prelucrarea în conformitate cu prescripțiile documentației tehnice. Pentru asigurarea economicității trebuie luate în considerare mai multe variante, alegîndu-se aceea care asigură prelucrarea cea mai economică, cu îndeplinirea condițiilor tehnice. La alegerea variantelor se va ține seama de cerințele fiecărei operații și faze de lucru, pentru a se evita prelucrările costisitoare.

Prin tehnologicitatea construcției pieselor de mașini se înțelege întregul proces de prelucrare, de la elaborarea semifabricatelor pînă la realizarea produselor finite printr-o tehnologie cît mai simplă. Tehnologicitatea are importanță deosebită în reducerea volumului de muncă și de material și deci a costului. Condițiile principale care caracterizează tehnologicitatea sînt:

- asigurarea formei optime a pieselor, cu un număr mic de suprafețe care trebuie prelucrate;
- alegerea semifabricatelor cu adaosuri mici de prelucrare și cu posibilități de folosire a celor mai perfecționate metode de prelucrare;
- asigurarea unei greutate minime a mașinilor;
- folosirea unui număr minim de calități de materiale;
- asigurarea unificării pieselor, subansamblurilor, suprafețelor și a altor elemente constructive, ca: filete, module pentru roți dințate, canale de pană etc.

Prin reducerea greutății mașinilor se reduce și volumul de muncă necesar. Folosirea unui număr mic de materiale atrage după sine o reducere a nomenclatorului de materiale din depozit, se simplifică procesul de realizare a semifabricatelor, se folosesc mai puține mașini-unelte. În plus se simplifică și problema stabilirii regimurilor de așchiere.

Tehnologicitatea crește mult dacă la proiectare se folosește un număr mare de piese unificate și standardizate.

Tehnologicitatea unei mașini se consideră ca suma tehnologicității fiecărui subansamblu; ea trebuie luată în considerare la proiectare și nu după ce s-a executat produsul.

2. FACTORII PRINCIPALI CARE INFLUENȚEAZĂ PROIECTAREA PROCESULUI TEHNOLOGIC

Pentru proiectarea proceselor tehnologice de prelucrare trebuie să se aibă în vedere elementele inițiale necesare proiectării proceselor tehnologice și metodică de elaborare a acestora.

1) *Elementele inițiale necesare proiectării proceselor tehnologice* sînt: desenul piesei, programul de producție și condițiile reale în care urmează să se realizeze procesul tehnologic.

a) *Desenul piesei* este primul element necesar pentru stabilirea procesului tehnologic de prelucrare. Pe desenul de execuție al piesei trebuie să fie trecute toate indicațiile și condițiile tehnice, pentru ca atît muncitorul, cît și maistrul sau reglorul să poată singuri, fără explicații suplimentare, să execute piesa după documentația tehnologică întocmită.

b) *Programul de producție* impus sau numărul de bucăți (lotul) de piese care urmează să fie realizate într-o perioadă de timp precizată. În funcție de numărul de piese, procesul tehnologic de prelucrare se poate proiecta pe linii tehnologice în flux continuu (la producția în masă) sau se lansează în loturi după metoda divizării sau concentrării operațiilor (la producția în serie) sau bucată cu bucată (la producția individuală).

c) *Condițiile reale în care urmează să se realizeze procesul tehnologic* se pun în evidență prin:

- utilajul disponibil și gradul său de uzare;
- gradul de calificare a cadrelor disponibile;
- procesul tehnologic tipizat pentru fiecare clasă de piese.

2) *Metodica de elaborare a proceselor tehnologice*. Fiecare proces tehnologic de prelucrare trebuie să asigure îndeplinirea tuturor condițiilor tehnice impuse piesei cu un cost tehnologic minim. În concordanță cu această cerință, procesul tehnologic trebuie să se proiecteze după următoarea metodică sau succesiune:

- calculul ritmului liniei tehnologice;
- alegerea semifabricatului;
- divizarea procesului tehnologic în operații într-o anumită succesiune;
- indicarea utilajului pentru fiecare operație;
- alegerea bazelor tehnologice;
- calculul erorilor de orientare și fixare;
- indicarea echipamentului tehnologic necesar executării fiecărei operații (scule, dispozitive și verificatoare);
- calculul adaosului de prelucrare și a dimensiunilor intermediare;
- calculul regimului de așchiere optim și a durabilității sculelor;
- calculul preciziei de prelucrare;
- alegerea și amplasarea rațională a instalațiilor de transportat și ridicat a pieselor de la un loc de muncă la altul;
- calculul normei;
- calculul coeficientului de încărcare a utilajelor;
- sincronizarea operațiilor;
- schema liniei tehnologice;
- proiectarea a încă 2—3 variante ale procesului tehnologic și întocmirea „filmului” operațiilor;
- alegerea celei mai economice variante a procesului tehnologic;

— întocmirea documentației (planul de operații, fișa tehnologică pentru varianta optimă, memoriul justificativ de calcul).

Sucesiunea etapelor în proiectarea proceselor tehnologice după metoda indicată are un caracter general. După această metodă pot fi proiectate procesele tehnologice atât la producția individuală, cât și la cea în serie și în masă.

3. ETAPE DE ANALIZĂ TEHNICO-ECONOMICĂ A VARIANTELOR TEHNOLOGICE, ALEGEREA VARIANTEI OPTIME A PROCESULUI TEHNOLOGIC

Prin alegerea variantei optime a procesului tehnologice se înțelege stabilirea și adoptarea pentru executarea unui anumit produs, piese sau pentru executarea unei operații, adoptarea pe bază de analiză dintr-un anumit număr posibil de procese tehnologice de producție a celui proces care prezintă cele mai mari avantaje de ordin economic și tehnic, comparativ cu celelalte procese, denumit în acest caz ca fiind *optim*. Pentru aceasta este necesar a se cunoaște metodele de analiză și apreciere economică a variantei tehnologice.

Efectuarea analizei și a aprecierii se poate face prin două etape principale:

- compararea indicatorilor în expresie naturală;
- compararea costului produselor și a lucrărilor pe diferite variante.

În prima etapă, în cadrul sistemului de indicatori folosiți vor figura: mărimea normelor de consum de materii prime, materiale combustibile, energia, volumul de muncă necesar procesului de producție, cantitatea, complexitatea și valoarea noului utilaj și echipament tehnologic necesitate de aplicarea variantei tehnologice respective. La compararea acestor indicatori pentru diferitele variante vor trebui luate în considerație, în afară de mărimea absolută a lor, și diferitele influențe pe care le exercită asupra calității producției, condițiilor de muncă și a nivelului de organizare a muncii și a producției. Pe baza comparării acestor indicatori, în expresie naturală, se va considera, ca fiind cea mai bună, din punct de vedere economic și tehnic, acea variantă care va necesita cele mai mici norme de consum de material, manoperă sau utilaje, cu asigurarea în același timp a unei calități superioare a producției, a folosirii raționale a forței de muncă existente și a capacității de producție. De asemenea, trebuie luată în considerare și varianta care asigură cel mai redus timp de pregătire a producției.

O importanță deosebită în alegerea variantei optime tehnologice o are și a doua etapă de analiză; compararea costului produselor sau al lucrărilor executate pe diferite variante tehnologice.

Mărimea costului tehnologic pe unitatea de produs se poate exprima prin relația:

$$c_{tu} = V + \frac{C}{N}, \quad (1.1)$$

în care:

c_{tu} este costul tehnologic unitar;

V — mărimea cheltuielilor variabile în raport cu volumul producției N în perioada considerată;

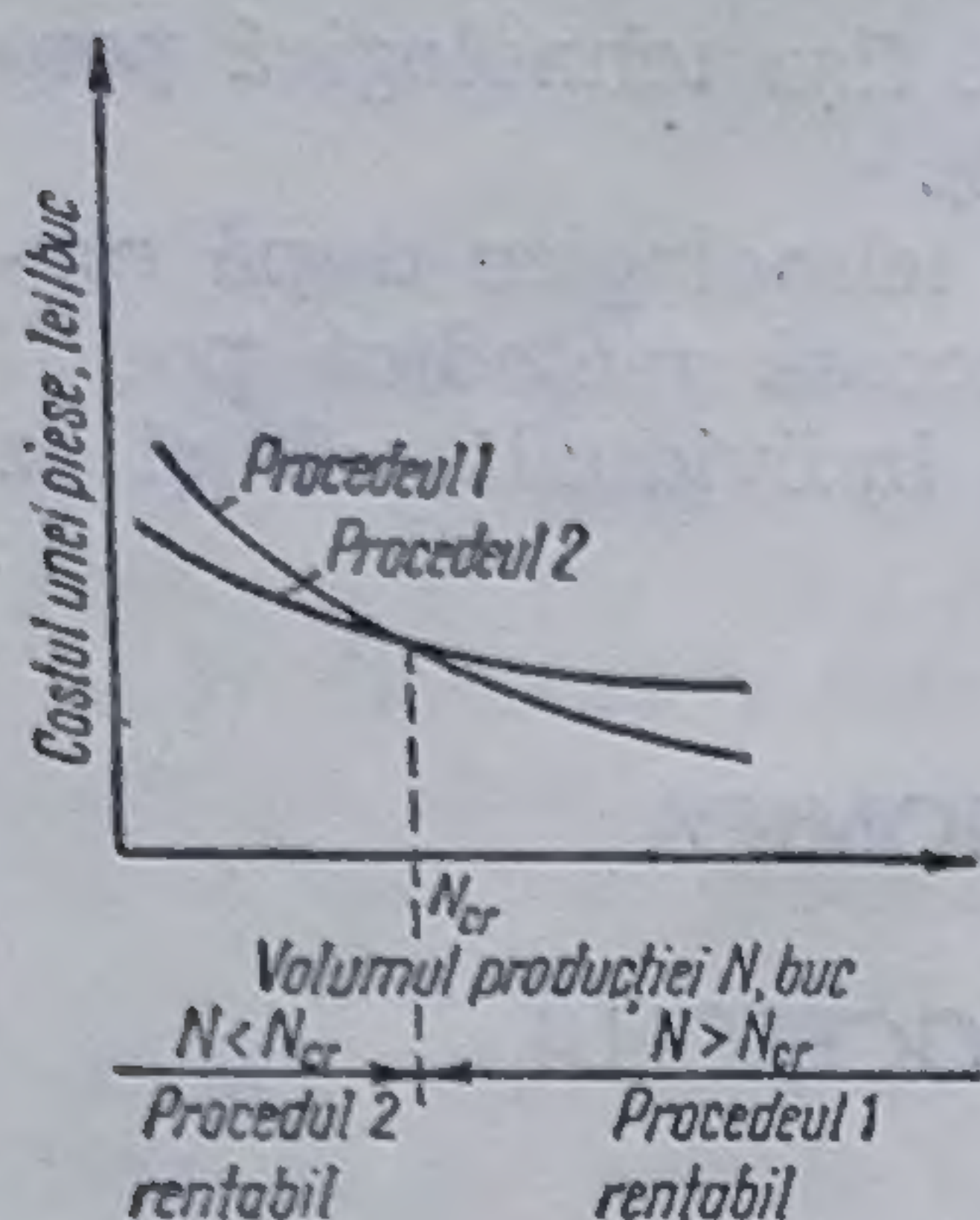


Fig. 1.1. Alegerea variantei optime.

C — mărimea cheltuielilor constante în raport cu volumul producției din perioada considerată;
 N — volumul producției în perioada de timp considerată.

Costul tehnologic pentru întreaga producție N din perioada considerată va fi:

$$C_{tN} = V \cdot N + C. \quad (1.2)$$

Cînd se alege varianta tehnologică optimă, din două variante tehnologice posibile, atunci trebuie cunoscut „volumul critic” al producției, adică acel volum pentru care este indiferent prin ce variantă tehnologică se execută produsul, deoarece costul este același în cele două variante tehnologice.

Volumul critic se determină cu relația:

$$N_{cr} = \frac{C_1 - C_2}{V_2 - V_1}, \quad (1.3)$$

în care:

- C_1 sînt cheltuielile constante în raport cu volumul producției, în varianta tehnologică I;
- C_2 — cheltuielile constante în raport cu volumul producției, în varianta tehnologică a II-a;
- V_1 — cheltuielile variabile în raport cu volumul producției, în varianta tehnologică I;
- V_2 — cheltuielile variabile în raport cu volumul producției, în varianta tehnologică a II-a.

Cînd se urmărește să se cunoască modul în care variază costul producției în cele două variante tehnologice, pentru diferite cantități de producție, se calculează costul unitar și se reprezintă grafic varianta lor (fig. 1.1).

În general o variantă optimă tehnologică trebuie să asigure în primul rînd cerințele tehnice față de produsele finite, în mod deosebit în ceea ce privește calitatea produselor, în al doilea rînd folosirea rațională a tuturor resurselor ale producției și în al treilea rînd securitatea și protecția muncii.

VERIFICAREA CUNOȘTINȚELOR

1. Să se arate în ce constă tehnologicitatea construcției mașinilor și utilajelor și cum se aplică în cadrul atelierului școlar de instruire practică.
2. Să se analizeze modul de elaborare a proceselor tehnologice pentru produsele realizate în atelierul școlar de instruire practică.
3. Să se arate criteriile care au stat la alegerea variantei optime a procesului tehnologic la reperele pe care le executați în atelierul școlar.

CAPITOLUL 2

MATERIALE UTILIZATE LA EXECUTAREA SCULELOR

Sculele reprezintă o categorie de produse care se utilizează pentru efectuarea celor mai diferite operații de prelucrare. Multitudinea operațiilor de prelucrare, dublată de varietatea materialelor (metalice și nemetalice) care se prelucurează, a dus la o mare diversitate de scule, ceea ce impune ca materialele folosite la executarea lor să aibă:

- rezistență mecanică suficientă (rezistență la încovoiere și compresiune, reziliență etc.);
- o bună rezistență la uzură caracterizată prin duritatea superioară a materialului față de materialul piesei de prelucrat;
- stabilitate termică (capacitate de a-și menține duritatea și calitățile așchietoare la temperaturi ridicate);
- o bună conductibilitate termică.

Materialele întrebuintate la executarea sculelor așchietoare sînt:

- oțeluri carbon pentru scule (STAS 1700-71);
- oțeluri aliate pentru scule (STAS 3611-66);
- oțeluri rapide pentru scule (STAS 7382-66);
- oțeluri pentru scule destinate prelucrării materialelor nemetalice (STAS 1699-76);
- materiale din carburi metalice;
- materiale mineraloceramice;
- diamantul;
- materiale abrazive.

Este necesar, ca, pe lângă condițiile de rezistență la uzură, rezistență mecanică, stabilitate termică etc. la alegerea materialului pentru scule să se aibă în vedere și costul acestuia. Costul depinde și de modul de obținere al semifabricatului. De aceea, se recomandă ca pentru executarea sculelor să se folosească semifabricate standardizate.

1. OȚELURI CARBON PENTRU SCULE

Oțelul carbon pentru scule este un oțel de calitate, cu conținut ridicat de carbon (0,65%—1,45%), elaborat îngrijit, de regulă în cuptoare electrice. El se caracterizează printr-un grad mare de puritate și o duritate constantă. Se folosește în special la executarea sculelor pentru prelucrări la rece, care, pe lângă duritate superficială mai mare, trebuie să aibă și un miez tenace. Oțelul carbon pentru scule se notează cu simbolul OSC, în care literele S și C înseamnă scule și respectiv carbon, ur-

mat de un număr care indică conținutul mediu de carbon, în zecimi de procente. La oțelul cu conținut ridicat de mangan, se adaugă și litera M.

Oțelul carbon pentru scule se laminează, se forjează sau se trage în profile cu secțiuni rotunde, pătrate sau dreptunghiulare, conform standardului dimensional pentru oțelul de scule laminat la cald sau forjat (STAS 3021-69) și a standardelor dimensionale în vigoare pentru oțelul tras.

Cu sculele din aceste oțeluri se poate prelucra cu viteze de așchiere de circa 20 m/min fără a se depăși temperatura de așchiere de 200—250°C. Este de remarcă că odată cu creșterea conținutului de carbon, crește și duritatea, dar în același timp se micșorează tenacitatea oțelului, nerezistind la șoc. Ca urmare, sculele supuse la lovituri și șocuri se vor executa dintr-un oțel cu un conținut mai mic de carbon (0,6%—0,7%).

Tabelul 2.1

Tratamentul termic al oțelului carbon pentru scule

Marca	Temperatura de călire, °C	Mediul de răcire	Duritatea super- ficială minimă, HRC	Adâncimea stratului călit (prin proba de rupere), mm
OSC 7	780—810	apă	62	2—4
OSC 8				
OSC 8 M	790—820			
OSC 9	780—810			
OSC 10	760—790			
OSC 11				
OSC 12				
OSC 13				

Oțelurile carbon pentru scule au călibilitate redusă în adâncime (tabelul 2.1), ceea ce condiționează o răcire bruscă la călire (răcire în apă). Datorită vitezei mari de răcire, în material apar tensiuni interne, care pot provoca deformarea și fisurarea sculelor. Fisurile se produc mai ales în cazul sculelor cu secțiuni mari și cu treceri bruște de la o secțiune la alta. Din această cauză, folosirea lor este rațională pentru scule cu secțiuni relativ mici (la care latura sau diametrul sînt mai mici ca 25 mm).

În STAS 1700-71 se dau indicații cu privire la întrebuințarea oțelului carbon pentru scule.

2. OȚELURI ALIATE PENTRU SCULE

Aceste oțeluri au în compoziția chimică a lor elemente de aliere (Cr, Ni, W, V, Mo), care le îmbunătățesc proprietățile așchietoare. Oțelurile aliate pentru scule (cu excepția oțelurilor rapide) sînt elaborate conform STAS 3611-66 (în general în cuptor electric) și sînt slab sau bogat aliate, clasificîndu-se, după proprietăți și destinație, în:

Tratamentul termic și deformarea plastică la cald a oțelurilor aliate pentru scule

Nr. crt.	Marca	Forjare sau laminare, °C	Recoacere de înmuiere		Călire			Revenire	
			°C	Duritate HB	°C	Răcire	Duritatea minimă HRC	°C	Duritate HRC
I. OȚELURI PENTRU SCULE AȘCHIEȚOARE ȘI APARATE DE MĂSURAT									
a) Cu adâncime de călire mică									
1	VC 06	1 100—850	780—800	max. 255	850—880	u	60	100—300	57—63
2	CVW 10	1 050—800	750—780	max. 230	790—810	u	62	160—180	62—64
[3]	CVW 50	1 050—850	730—760	max. 285	790—820	u	65	140—180	64—66
b) Cu adâncime de călire mare									
4	C 15	1 050—850	760—790	max. 230	830—860	u	61	100—200	60—64
5	CS 14	1 050—850	720—750	max. 230	830—860	u	62	150—250	58—62
6	MCW 14	1 000—850	770—790	max. 255	800—830	u	62	160—220	60—63
7	VM 18	1 050—850	690—720	max. 242	750—780	a	62	180—250	57—63
8	VSCW 9	1 050—850	760—790	max. 242	840—860	a	62	150—250	58—63
9	VWC 50	1 050—850	820—860	max. 242	930—960 950—980	u, a b.i	59	180—240	58—62

Tabelul 2.2 (continuare)

II. OTELURI PENTRU SCULE DE DEFORMARE ȘI SCULE PNEUMATICE									
a) Pentru deformare la rece									
10	VMoC 15 AW 18	1 050—850	720—750	max. 225	830—860	u	61	100—200 500	60—64 48
11	VWC 62	1 050—850	830—850	max. 229	950—1 000	u, a	62	150—170 190—210	62—63 58—60
12	C 120	1 050—850	810—840	max. 260	930—960 950—980	u, a b, a	60	210—230 420—440	60—63 54—58
13	VMoC 120	1 100—850	810—840	max. 255	970—1 000	u, e b, i	58	100—250	58—63
b) Pentru deformare la cald									
14	VCW 85	1 100—900	740—780	max. 255	1 075—1 125	u	49	600—620	360—470 HB
15	WC 80	1 150—850	800—830	max. 255	1 025—1 075	u	45	575—600	360—440 HB
16	VSCW 45	1 100—850	740—780	max. 230	1 000—1 050	u	46	580—650	360—470 HB
17	MoCN 15	1 050—900	680—700	max. 240	840—880	u	48	520—560	320—410 HB
18	VMoCN 17	1 050—850	660—700	max. 255	840—880 860—900	u a	48	500—600	400—450 HB
19	MoCN 14	1 100—850	680—700	max. 240	820—850	u	48	520—560	360—410 HB
20	MoSMC 20	1 100—850	690—720	max. 240	870—890 840—870	u a	48	500—650	325—430 HB
21	MoSC 30	1 100—900	700—730	max. 240	880—900	u	52	500—650	340—440 HB
22	WCN 40	1 050—850	660—680	max. 265	840—870	u	54	200—300	51—54 HRC
c) Pentru scule pneumatice									
23	VN 06	1 050—850	700—740	max. 240	790—820	u	60	180—250	54—62 HRC
24	VSC 13	1 050—850	720—750	max. 230	890—920	u	56	100—250	54—58 HRC
25	VSCW 20	1 050—850	720—750	max. 230	890—920	u	54	450—600	370—460 HB

u=ulei; a=aer; b.l.=bale izotermă

— oțeluri pentru scule așchietoare și aparate de măsurat, cu adîncime de călire mică sau mare;

— oțeluri pentru scule de deformare și scule pneumatice.

Datorită elementelor de aliere, oțelurile aliate pentru scule au o duritate mai mare și o stabilitate termică mai bună (300—350°C), permițînd prelucrarea cu viteze de așchiere de circa 30—35 m/min. Elementele de aliere îmbunătățesc călibilitatea oțelului, lucru ce permite aplicarea unei răcirii puțin energice la călirea sculelor cu diametru mare și prin aceasta, evitarea deformărilor și fisurărilor.

Tratamentul termic și forjarea acestor oțeluri trebuie efectuate în conformitate cu indicațiile STAS (tabelul 2.2) sau cu instrucțiunile întreprinderilor producătoare pentru fiecare calitate de oțel, ținîndu-se seama de felul și de dimensiunile sculelor. Aceste oțeluri se livrează în stare recoaptă, pentru a putea fi mai ușor prelucrate.

Oțelurile aliate sînt recomandate la executarea sculelor de dimensiuni mari, care lucrează cu viteze de așchiere mici, precum și pentru realizarea sculelor cu profil complicat. În tabelul 2.3 sînt date indicații asupra utilizării oțelurilor aliate pentru scule.

3. OȚELURI RAPIDE PENTRU SCULE

Oțelurile rapide pentru scule sînt destinate așchierii rapide, se elaborează în cuptoare electrice și se prelucurează prin deformare plastică la cald. Mărcile de oțel rapid pentru scule se notează cu simbolul Rp, urmat de numărul de ordine al mărcii (de la 1 la 8). Aceste oțeluri au conținut ridicat de carbon (0,70%—1,40%) și cantități importante de elemente de aliere: Cr, Mo, W, V, Co, Ni ș.a.

Elementele de aliere dau oțelurilor rapide o înaltă rezistență la temperaturi ridicate, astfel încît sculele respective își păstrează duritatea pînă la temperatura de 600°C. Acest fapt permite prelucrarea cu viteze de așchiere de 2—3 ori mai mari decît în cazul sculelor din oțel carbon pentru scule.

Oțelurile rapide sînt indicate la sculele care lucrează cu viteze de așchiere și cu secțiuni de așchii mari. Ele au o călibilitate foarte mare, dar în schimb au tendința de decarburare la suprafață, ceea ce necesită înlăturarea stratului superficial după călire. Deformarea plastică la cald și tratamentul termic, precum și caracteristicile obținute sînt indicate în tabelul 2.4.

Pentru evitarea deformărilor și fisurărilor care apar la tratamentele termice ale sculelor executate din aceste oțeluri se aplică următoarele tratamente termice:

— călirea în trepte, care constă în răcirea piesei după încălzirea pentru călire în două etape: în mediul de răcire pînă la 170—250°C, menținerea la această temperatură o anumită perioadă de timp și răcirea piesei mai departe în aer;

— călirea izotermă care se deosebește de prima metodă numai prin temperatura și durata de menținere la prima răcire, valori ce diferă în funcție de calitatea oțelului;

— tratamentul sub 0°C ce se poate face după orice fel de călire. Oricare din tratamentele descrise mai sus sînt urmate de 2—4 reveniri.

Întrebuințarea oțelurilor aliate pentru scule

Nr. crt.	Marca (simbol nou)	Simbol vechi	Întrebuințarea	Simbol de poansonare pe scule
1	VC 06	VC 6	Scule pentru prelucrarea la rece: ferăstraie cu bandă, ferăstraie circulare, cuțite pentru tăierea metalelor la rece, matrițe și poansoane pentru decupare etc.	SA 1
2	CVW 10	W 10	Scule pentru viteze mici și rezistențe mijlocii: burghie spirale, adâncitoare, filiere, alezoare, mandrine (pentru aliaje neferoase etc.)	SA 2
3	CVW 50	W 50	Scule pentru viteze mici folosite la prelucrarea materialelor foarte dure: scule manuale pentru finisare, gravat, alezoare pentru neferoase, materiale plastice, sticlă etc.	SA 3
4	C 15	C 15	Scule pentru aparate de măsurat, alezoare, freze, valțuri, poansoane, ștanțe etc.	SA 4
5	CS 14	CS 14	Burghie, tarozi, bacuri de filieră, freze ștemuitoare mecanice, poansoane pentru lucru la rece etc.	SA 5
6	MCW 14	W 14	Scule pentru prelucrare la rece: tarozi, bacuri pentru filetat, freze, alezoare, scule de tras, scule pentru aparate de măsurat de precizie etc.	SA 6
7	VM 18	M 18	Scule nedeformabile, de precizie: filiere, calibre, șabloane, matrițe și ștanțe la rece etc.	SA 7
8	VSCW 9	SCW 9	Bacuri pentru filiere circulare, alezoare și alte scule așchietoare.	SA 8
9	VWC 50	C 50	Scule destinate în special prelucrării lemnului: cuțite, freze, ferăstraie etc.	SA 9
10	VMoC 15	VMoC 15	Oțel cu rezistență la uzură și tenacitate pentru scule destinate prelucrării la rece: cilindri pentru laminare la rece etc.	SA 10
11	VWC 62	VWC 62	Scule de rulat filet (role și bacuri), scule pentru prelucrarea lemnului, pînze de ferăstrău, brice, matrițe, poansoane și alte scule pentru deformarea la rece.	SA 11
12	C 120	C 120	Scule nedeformabile și foarte rezistente la uzură: broșe, matrițe și ștanțe la rece, freze, filiere, mandrine, tarozi, lame de foarfece pentru tablă. Nu se recomandă pentru scule care lucrează cu șocuri și lovituri puternice.	SA 12
13	VMoC 120	Mo 120	Idem, pentru situații când se cere tenacitate mai ridicată.	SA 13

Tabelul 2.3 (continuare)

Nr. crt.	Marcă (simbol nou)	Simbol vechi	Întrebuințarea	Simbol de poansonare pe scule
14	VCW 85	W 85	Scule pentru deformare la cald: matrițe și poansoane foarte solicitate, bacuri la mașini de sudat, dornuri și inele de tras la cald, valțuri de laminare, cochilii pentru turnat metale și aliaje neferoase etc.	SA 14
15	WC 80	C 80	Matrițe și poansoane care lucrează în condiții grele de solicitări mecanice și termice, cochilii pentru turnarea sub presiune a aliajelor neferoase, pentru prelucrarea materialelor plastice etc.	SA 15
16	VSCW 45	W 45	Înlocuiește oțelul VCW 85 în condiții de solicitări mecanice și termice mai reduse	SA 16
17	MoCN 15	N 15	Matrițe mari pentru forjare și presare la cald, cuțite pentru tăiat la cald, valțuri și role pentru laminare, microrole pentru prese și ciocane, ștanțe pentru presat și tăiat	SA 17
18	VMoCN 17	MoN 17	Înlocuiește oțelul MoCN 15 în condiții de solicitări mai grele	SA 18
19	MoCM 14	M 14	Înlocuiește oțelul MoCN 15 cu randament mai scăzut	SA 19
20	MoSMC 20	MC 20	Înlocuiește oțelul MoCN 15 cu randament satisfăcător	SA 20
21	MoSC 30	SC 30	Înlocuiește oțelul MoCN 15 cu randament ridicat având caracteristici de stabilitate la cald și tenacitate superioare	SA 21
22	WCN 40	N 40	Matrițe mari și mijlocii, poansoane și containere pentru extrudare, matrițe pentru debavurare și decupare, cuțite pentru foarfece, dornuri pentru laminat țevi	SA 22
23	VN 06	N 06	Pistoane pentru ciocane pneumatice, perforatoare, scule pneumatice pentru extracția de carburi și pentru construcții rutiere	SA 23
24	VSC 13	SC 13	Dălți, ștemuitoare, foarfece pentru tăierea metalelor la cald și la rece etc.	SA 24
25	VSCW 20	W 23	Matrițe pentru turnarea sub presiune a aliajelor neferoase pe bază de aluminiu și magneziu. Scule rezistente la șoc: buterole, dălți pneumatice, cuțite pentru foarfece, ștanțe, matrițe pentru prelucrare la rece, bacuri pentru mașinile de încercare la tracțiune, scule pentru prelucrarea lemnului	SA 25

Deformarea plastică la cald și tratamentul termic al oțelurilor rapide pentru scule

Nr. crt.	Marca	Domeniul de temperatură la prelucrarea plastică la cald °C	Recoacere de înmuiere		Călire			Revenire	
			Temperatura °C	Duritatea HB	Temperatura °C	Mediu de răcire	Duritatea minimă, HRC	Temperatura °C	Duritatea HRC
1	Rp 1	1 100—900	790—820	240—300	1 250—1 300	u, a b.i.	60	560—580	63—66
2	Rp 2	1 150—900	800—830	260—300	1 270—1 310	"	60	560—580	63—66
3	Rp 3	1 150—900	800—830	240—300	1 250—1 300	"	60	550—580	63—66
4	Rp 4	1 100—900	760—810	220—270	1 210—1 260	"	60	520—540	63—66
5	Rp 5	1 100—900	800—830	220—270	1 190—1 230	"	60	540—570	63—66
6	Rp 6	1 100—900	800—830	240—300	1 220—1 260	"	60	560—580	64—67
7	Rp 7	1 100—900	780—810	240—300	1 210—1 240	"	60	550—570	63—66
8	Rp 8	1 100—900	760—810	240—300	1 210—1 240	"	60	550—570	63—66

n=ulei; a=aer; b.i.=baie izotermă cu temperatura de 500—550°C

4. OȚELURI PENTRU SCULE DESTINATE PRELUCRĂRII MATERIALELOR NEMETALICE

Pentru executarea cuțitelor, foarfecelor și a altor obiecte destinate tăierii materialelor nemetalice, se folosesc oțeluri carbon semidure sau dure; acestea se notează cu simbolul OSL, urmat de un număr (de la 4 la 10), care reprezintă numărul de ordine al mărcii, în ordinea creșterii conținutului de carbon.

Aceste oțeluri se elaborează în două tipuri (STAS 1699-76): nealiante (OSL 4, OSL 8 și OSL 10) și aliate (OSL 4 Cr și OSL 5 Cr și 6 Cr). Oțelul pentru cuțite se laminează în țagile și profile cu secțiuni conform standardelor dimensionale respective (STAS 436-75; STAS 333-71, STAS 395-68 și STAS 3021-69) sau pentru alte dimensiuni conform înțelegerii între beneficiar și producător, în general în stare netratată termic, sau, la cerere, și în stare recoaptă.

5. MATERIALE DIN CARBURI METALICE

Materialele din carburi metalice sînt utilizate la executarea sculelor așchietoare sub formă de plăcuțe ce se obțin prin presarea și sinterizarea carburilor de wolfram, titan, molibden sau tantal, cu liant de cobalt sau mai rar din nichel.

Plăcuțele din carburi metalice se caracterizează printr-o duritate (peste 80 HRC) și rezistență mare la uzură și o bună stabilitate termică (păstrîndu-și duritatea la temperaturi înalte de pînă la 900°C). Datorită acestor proprietăți sînt folosite la prelucrarea materialelor metalice și nemetalice cu regimuri de așchiere mari. Inconvenientul acestor plăcuțe constă în faptul că au o rezistență mecanică mai mică ca a oțelurilor rapide, sînt fragile, putîndu-se deteriora rapid în cazul prelucrărilor cu solicitări cu șoc sau cu vibrații. Carburile metalice se pretează și la prelucrarea semifabricatelor ale căror suprafețe au incluziuni de nisip sau alte impurități.

Practica și cercetările experimentale au arătat că materialele tenace (de exemplu oțelul) și materialele fragile (de exemplu fonta) influențează în mod diferit uzura plăcuței; în primul caz, este hotărîtoare solicitarea termică, iar în al doilea caz acțiunea mecanică a frecării. Plăcuțele din carburi metalice se fixează pe suportul sculei prin lipire (mai frecvent cu ajutorul curenților de înaltă frecvență) sau mecanic (fig. 2.1).

Carburile metalice folosite la executarea plăcuțelor pentru scule așchietoare se clasifică în trei grupe principale de utilizare, conform STAS 6374-61 (tabelul 2.5).

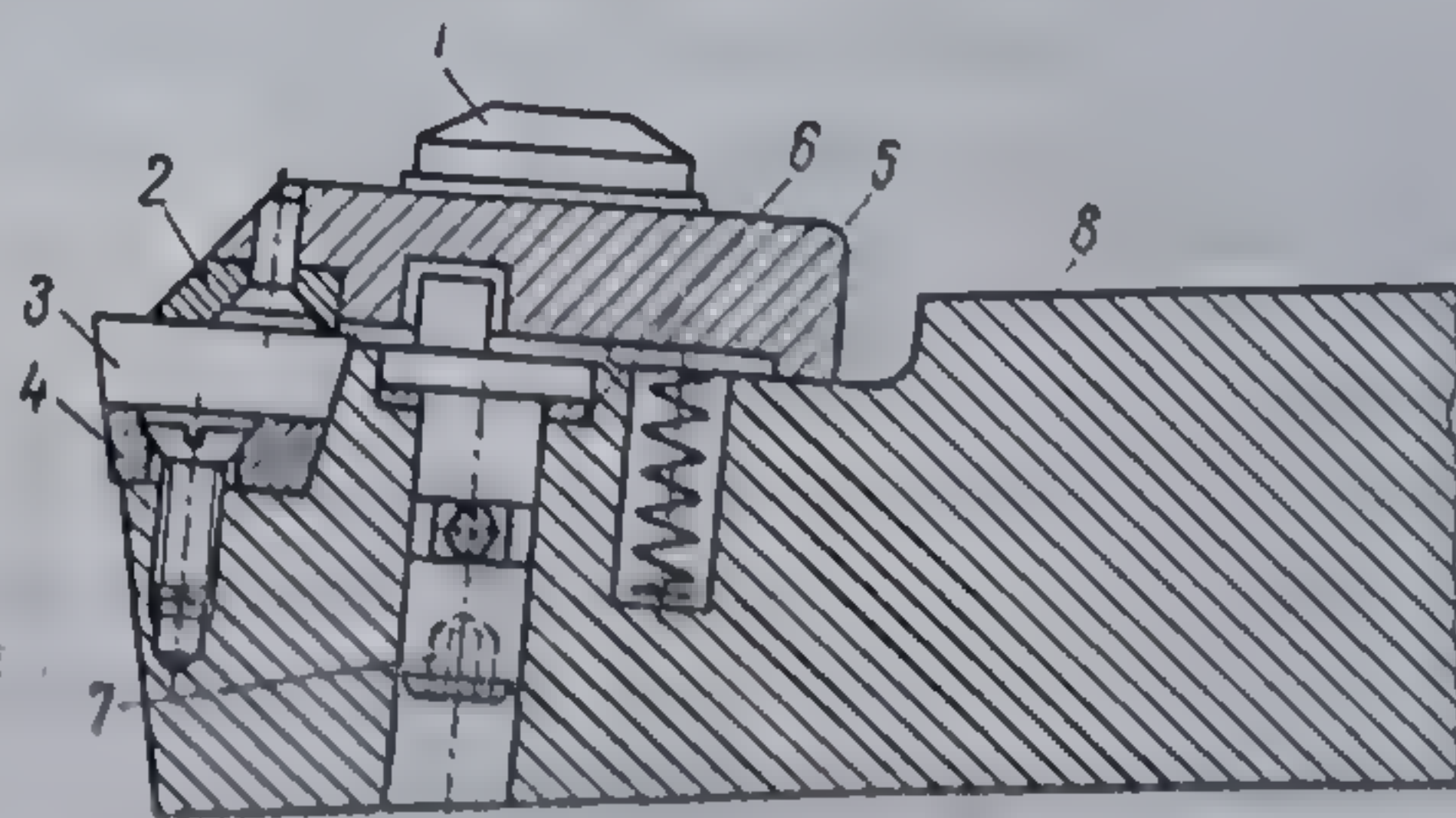


Fig. 2.1. Fixarea mecanică a plăcuțelor din carburi metalice:

1 — șurub de stringere; 2 — spărgător de așchii; 3 — plăcuță din carburi metalice; 4 — plăcuță de prelune; 5 — placă de fixare; 6 — șalbă grower; 7 — excentric; 8 — corp.

La notarea plăcuțelor din carburi metalice se folosesc litere și cifre astfel:

— cu cât cifra din simbol este mai mică, cu atât rezistența la uzură a plăcuței este mai mare;

— cu cât cifra din simbol este mai mare, cu atât tenacitatea plăcuței este mai mare.

Tabelul 2.5

Clasificarea carburilor metalice folosite la execuția plăcuțelor pentru scule așchietoare

Simbolul grupei principale de utilizare	Culoare distinctivă	Materiale prelucrate
P	Albastru	Materiale feroase cu așchii lungi. Oțel, oțel turnat, fontă maleabilă cu așchii lungi
M	Galben	Materiale feroase cu așchii lungi sau scurte și metale neferoase. Oțel, oțel manganos, oțel austenitic, oțel pentru automate, oțel turnat, fontă cenușie, fontă cenușie aliată, fontă cu grafit nodular, fontă maleabilă, metale neferoase
K	Vișiniu	Materiale feroase cu așchii scurte, metale neferoase și materiale nemetalice Fontă cenușie, fontă maleabilă cu așchii scurte, fontă dură turnată în cochilie, oțel aliat, oțel cu rezistență joasă, metale neferoase, materiale plastice, lemn, materiale nemetalice

Deși costul plăcuțelor din carburi metalice este de 6—8 ori mai mare decât al oțelurilor rapide, totuși cheltuielile sînt compensate prin reducerea timpului de bază și eliminarea tratamentului termic al sculei.

6. MATERIALE MINERALOCERAMICE

Plăcuțele din materiale mineraloceramice aplicate pe sculele așchietoare, în același mod ca și plăcuțele din carburi metalice, sînt executate din minereuri, avînd la bază oxidul de aluminiu. Ele sînt superioare plăcuțelor din carburi metalice, printr-o rezistență mai mare la uzură și la temperaturi înalte (pînă la 1100°C), dar sînt mai fragile decât acestea, fapt pentru care se utilizează numai la prelucrarea de semifinișare și finisare a materialelor care nu necesită forțe mari de așchiere și, în general, la prelucrări fără șocuri și vibrații. Eficacitatea cea mai mare, la folosirea plăcuțelor mineraloceramice, se obține la prelucrarea materialelor cu o mare capacitate abrazivă și o mică conductivitate termică, cum sînt fontele dure și materialele plastice. Cu sculele armate cu asemenea plăcuțe se pot realiza viteze de așchiere cu mult superioare chiar sculelor cu plăcuțe din carburi metalice. Cele mai cunoscute calități de plăcuțe mineraloceramice utilizate la noi în țară sînt plăcuțele românești (ENC) și plăcuțele sovietice (T 48 și TM 332).

7. DIAMANTUL

Diamantul este cel mai dur material pentru scule, avînd rezistență mare la uzură și coeficientul de frecare mic. Rezistă pînă la temperatura de $1\,600\text{--}1\,800^\circ\text{C}$ și la viteza de așchiere de $200\text{--}300\text{ m/min}$, care în cazul prelucrării materialelor neferoase, ajunge la 450 m/min . Practic, viteza de așchiere, în cazul utilizării diamantului, este limitată de apariția vibrațiilor.

Fiind fragil și scump, diamantul trebuie folosit numai în condiții bine determinate (suprafețe foarte fine, producție în serie mare și precizie ridicată etc.).

În prezent, diamantul se folosește la prelucrarea materialelor neferoase și a materialelor nemetalice.

La noi în țară, Întreprinderea de mecanică fină din București (I.M.F.B.) produce în serie scule diamantate, dintre care se menționează scule diamantate monogranulă pentru îndreptat pietre de rectificat și pentru profilat pietre de rectificat, scule diamantate pentru controlul duriții, cuțite diamantate de strung etc.

8. MATERIALE ABRAZIVE

Materialele abrazive se folosesc la executarea sculelor abrazive. Sculele abrazive se prezintă în formă de pietre și discuri abrazive și în formă de pulbere abrazivă.

Pietrele și discurile abrazive sînt executate din doi constituenți principali (fig. 2.2): *materialul abraziv*, în formă de granule 1, care detașază așchiile, și *liantul* 2, ce leagă granulele între care rămîn porii 3.

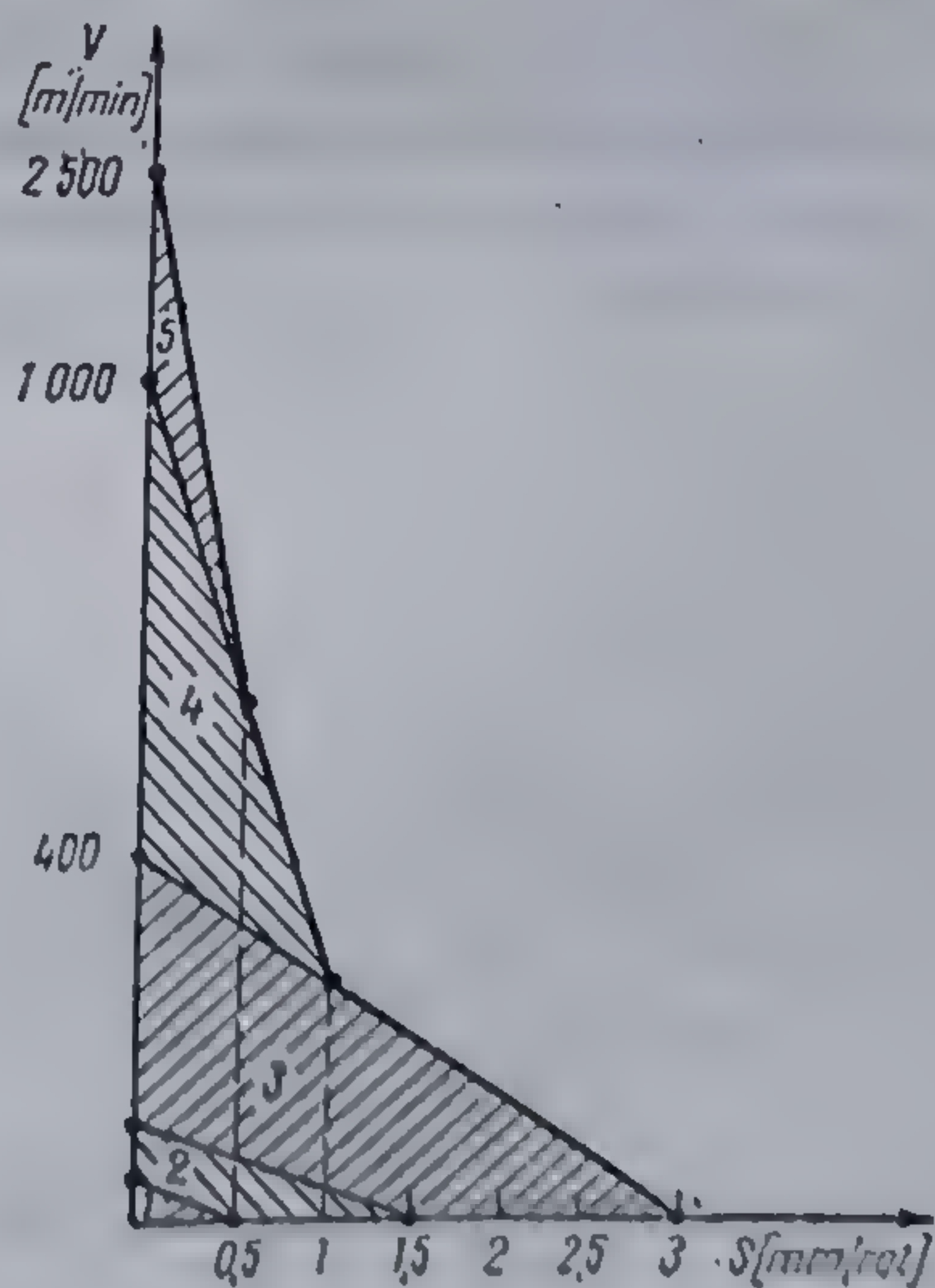
La executarea pietrelor și discurilor abrazive se folosesc atît abrazivi naturali (cuarțul, corindonul, șmirghelul, diamantul etc.) cît și abrazivi sintetici (electrocorundul, carborundul și carbura de bor). Materialele



Fig. 2.2. Structura materialelor abrazive.

Fig. 2.3. Diagrama pentru stabilirea domeniului de folosire a materialelor de scule:

1 — oțeluri carbon pentru scule; 2 — oțeluri aliate pentru scule; 3 — carburi metalice; 4 — materiale mineraloceramice; 5 — materiale abrazive.



abrazive sintetice, datorită compoziției lor chimice omogene și a unei durități înalte, reprezintă materia primă de bază pentru executarea corpurilor abrazive.

Avantajele utilizării corpurilor abrazive sînt:

— posibilitatea prelucrării cu același randament (dacă se alege corect caracteristicile corpului abraziv) a diferitelor materiale, atît moi (plastice) cît și dure (fragile), cu sau fără tratament termic;

— posibilitatea prelucrării simultane a unor suprafețe mari (folosindu-se pietre segmenti);

— posibilitatea obținerii unor calități superioare a suprafețelor prelucrate;

— prezintă proprietatea de *autoascuțire* chiar în procesul de așchiere, asigurînd o înaltă productivitate a prelucrării cu aceste scule.

Pentru îndeplinirea multiplelor cerințe, impuse de către actualele procese de prelucrare, corpurile abrazive se execută în diferite forme constructive și dimensiuni standardizate, în funcție de tipul mașinilor-unelte folosite sau a dispozitivului de fixare și de operațiile tehnologice. Corpurile abrazive se aleg ținîndu-se seamă de următorii factori: natura, granulația și duritatea materialului abraziv și natura liantului — organic (bachelita, vulcanita) sau ceramic.

Corpurile abrazive se depozitează în magazine uscate cu temperatură cît mai constantă. Umiditatea aerului nu trebuie să depășească 70%, iar temperatura minimă trebuie să fie de $+5^{\circ}\text{C}$.

În figura 2.3 este reprezentată diagrama domeniului de folosire a materialelor utilizate la executarea sculelor așchietoare pentru diferite avansuri și viteze de așchiere.

VERIFICAREA CUNOȘTINȚELOR

1. Care sînt materialele folosite la executarea sculelor, condițiile impuse și criteriile de alegere a lor?
2. Ce sînt oțelurile aliate și oțelurile rapide pentru scule și cum se comportă sculele executate din aceste oțeluri în timpul prelucrării?
3. Să se indice modul de obținere a plăcuțelor din carburi metalice, notarea și semnificația notării și avantajele folosirii lor.
4. Care sînt proprietățile și destinația materialelor mineraloceramice?
5. Să se indice materialele abrazive mai des întîlnite și avantajele utilizării corpurilor abrazive.

CAPITOLUL 3

ELEMENTELE PROCESULUI DE AȘCHIERE ȘI ALE SCULEI AȘCHietoARE

1. GEOMETRIA SCULELOR AȘCHietoARE

Toate sculele destinate așchierii metalelor au partea așchietoare comună, de forma unei pene, care pătrunde în corpul piesei ce se prelucrază și îndepărtează surplusul de material sub formă de așchii. Una din cele mai simple scule așchietoare este cuțitul de strung, de care restul sculelor așchietoare diferă numai prin corpul lor. De aceea, geometria cuțitului și toate fenomenele care apar în procesul așchierii se pot explica prin asemănare la restul sculelor așchietoare.

Partea așchietoare este partea sculei care detașează așchia, ca urmare a mișcării relative între sculă și piesa de prelucrat, și participă în mod direct la îndepărtarea așchiei, la generarea suprafețelor prelucrate, la desprinderea, dirijarea și evacuarea așchiei.

a. Suprafețe (fețe) tășuri și vîrfuri ale părții așchietoare

La un cuțit de strung se disting următoarele fețe:

— *fața de așezare* este suprafața părții așchietoare a sculei orientate spre piesa de prelucrat (fig. 3.1). Se deosebesc: *fața de așezare principală*, orientată spre suprafața de așchiere a piesei la mișcarea sculei în direcția de avans, și *fața de așezare secundară*, orientată spre suprafața prelucrată la mișcarea sculei în direcția de avans;

— *fața de degajare* este suprafața părții așchietoare a sculei pe care alunecă și sînt îndepărtate așchiile.

Acestor fețe le corespund fațetele și anume: *fațeta de așezare*, respectiv *fațeta de degajare*, care sînt partea feței de așezare, respectiv de degajare ce se formează prin executarea unei tășituri în apropierea muchiei de așchiere, avînd un alt unghi

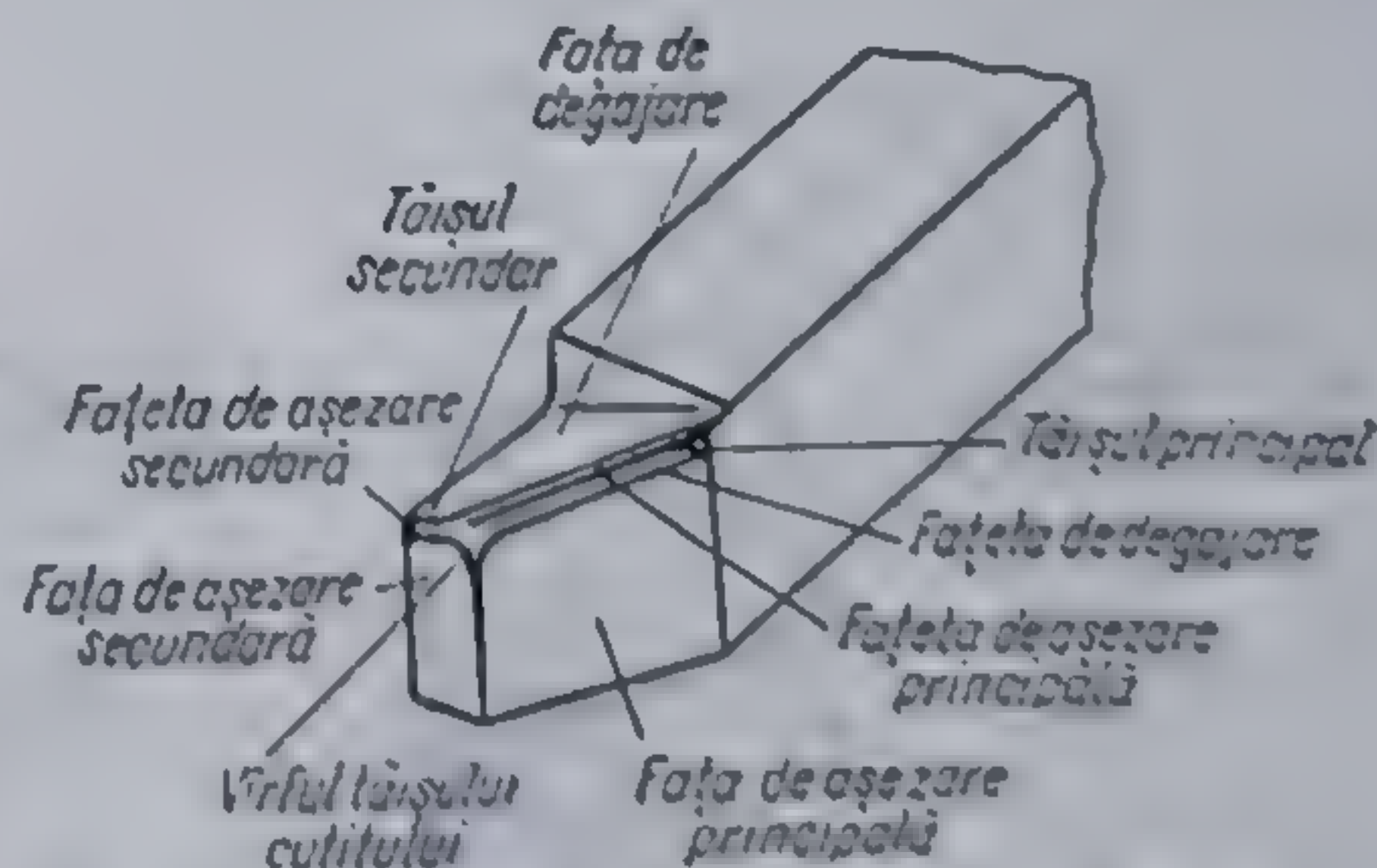


Fig. 3.1. Fețe, tășuri și vârful părții așchietoare la un cuțit de strung sau de raboteză.

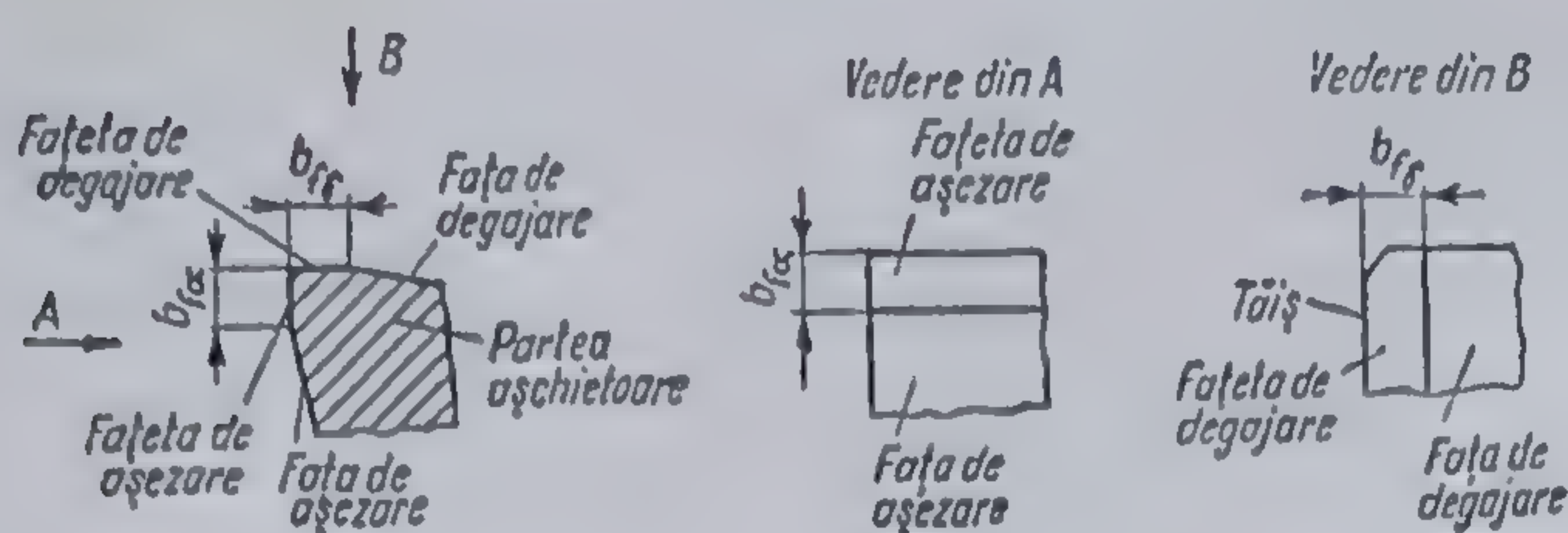


Fig. 3.2. Fete și fațete de așchiere și de degajare.

decît fețele respective. Lățimea fațetei de așezare se notează cu b_{fa} , iar lățimea fațetei de degajare cu b_{fy} (fig. 3.2).

Liniile de intersecție ale fețelor de așezare și de degajare, se numesc *muchii de așchiere*; după felul sculei așchietoare, acestea sînt: drepte, curbe sau frînte.

Muchiile de așchiere pot fi: *principale*, formate din intersecția fețelor de așezare principale cu fața de degajare, și *secundare*, formate de intersecția fețelor de așezare secundare cu fața de degajare (fig. 3.3).

Muchiile de așchiere împreună cu suprafețele limită adiacente formează *tăișul*; la tăiș se deosebesc: *tăișul principal*, ce conține muchia de așchiere principală și este orientat spre suprafața de așchiere, respectiv în direcția de avans (v. fig. 3.1), și *tăișul secundar*, care conține muchia de așchiere secundară și este orientat spre suprafața prelucrată (v. fig. 3.1).

Vîrful tăișului este partea care leagă două tăișuri consecutive și de orientare diferită (v. fig. 3.1).

În general, la vîrful tăișului se execută o rază sau o teșitură de vîrf (fațetă).

Raza la vîrf se notează cu r_e și reprezintă mărimea rotunjirii vîrfului tăișului; se măsoară în planul feței de degajare (fig. 3.4, a).

Fățeta de vîrf este mărimea teșiturii executate la vîrful tăișului și se măsoară în planul muchiei de așchiere care trece prin punctul considerat. Fenomenul de rotunjire a tăișului apare în momentul inițial al așchierii, ca urmare a unei ascuțiri defectuoase a sculei sau din cauza uzurii.

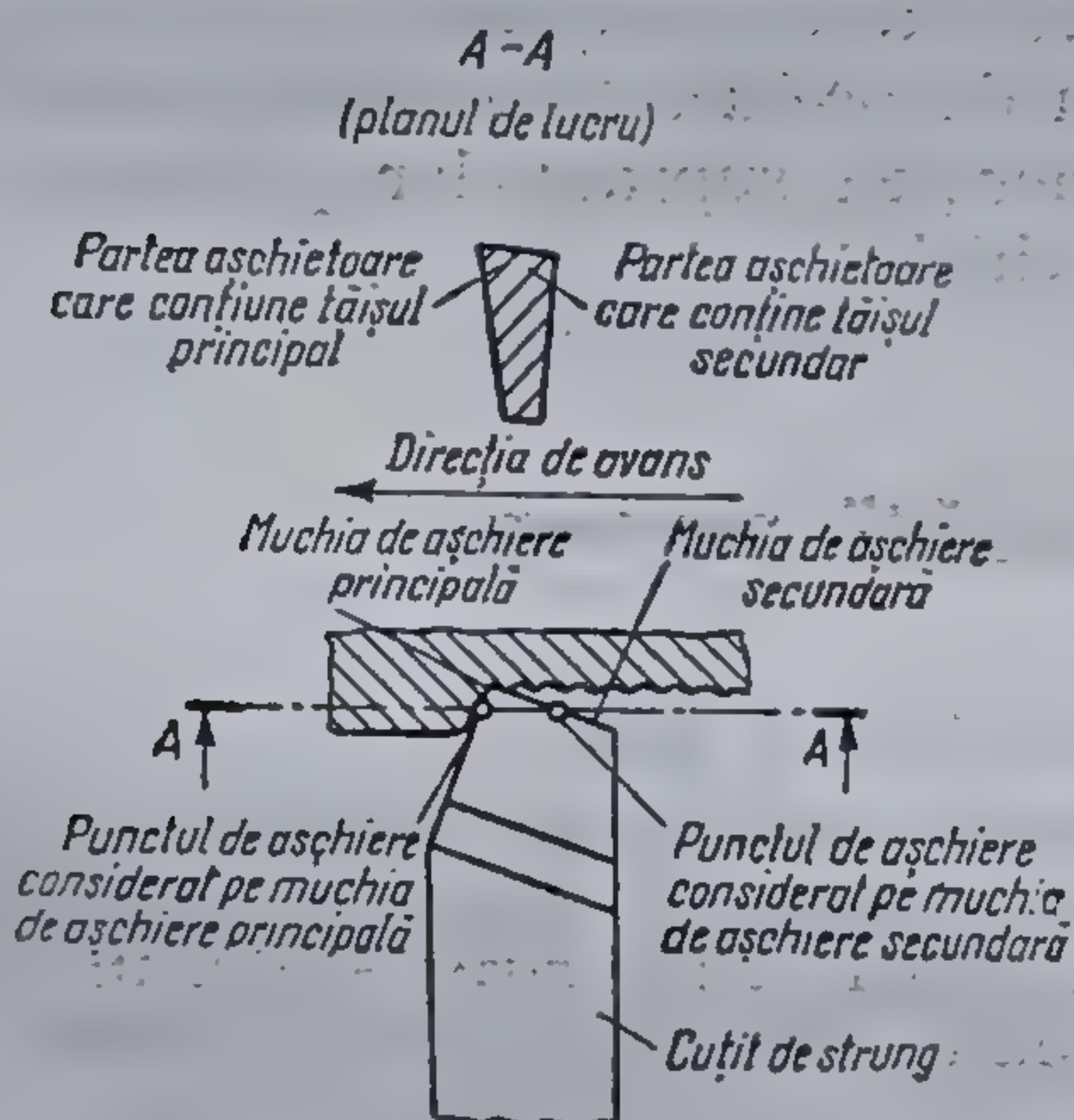


Fig. 3.3. Muchii de așchiere.

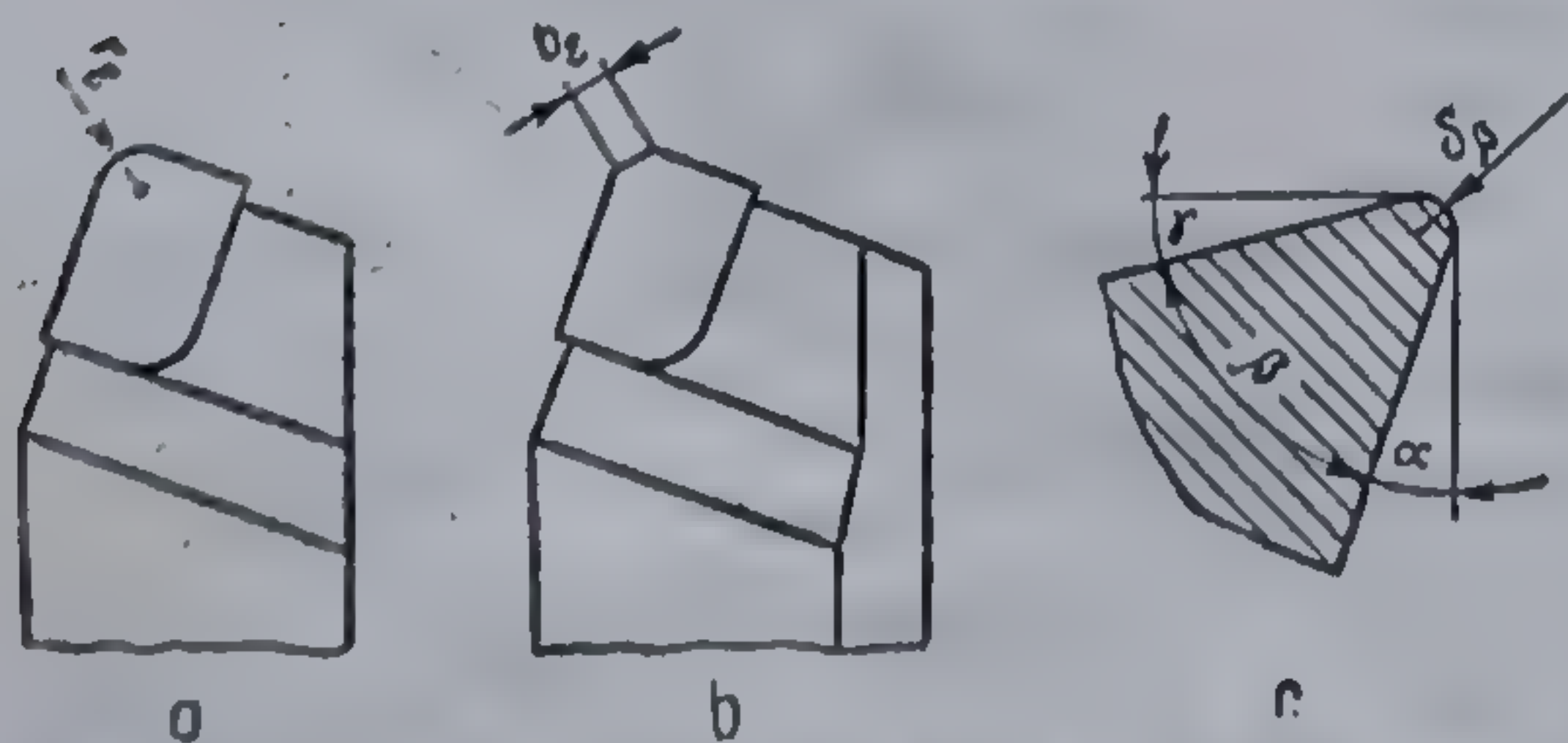


Fig. 3.4. Raza la vîrf, fațete de vîrf și raze de ascuțire.

b. Sistemul de referință constructiv

Izolîndu-se scula de procesul de așchiere, parametrii geometrici se vor defini față de un sistem de referință legat de

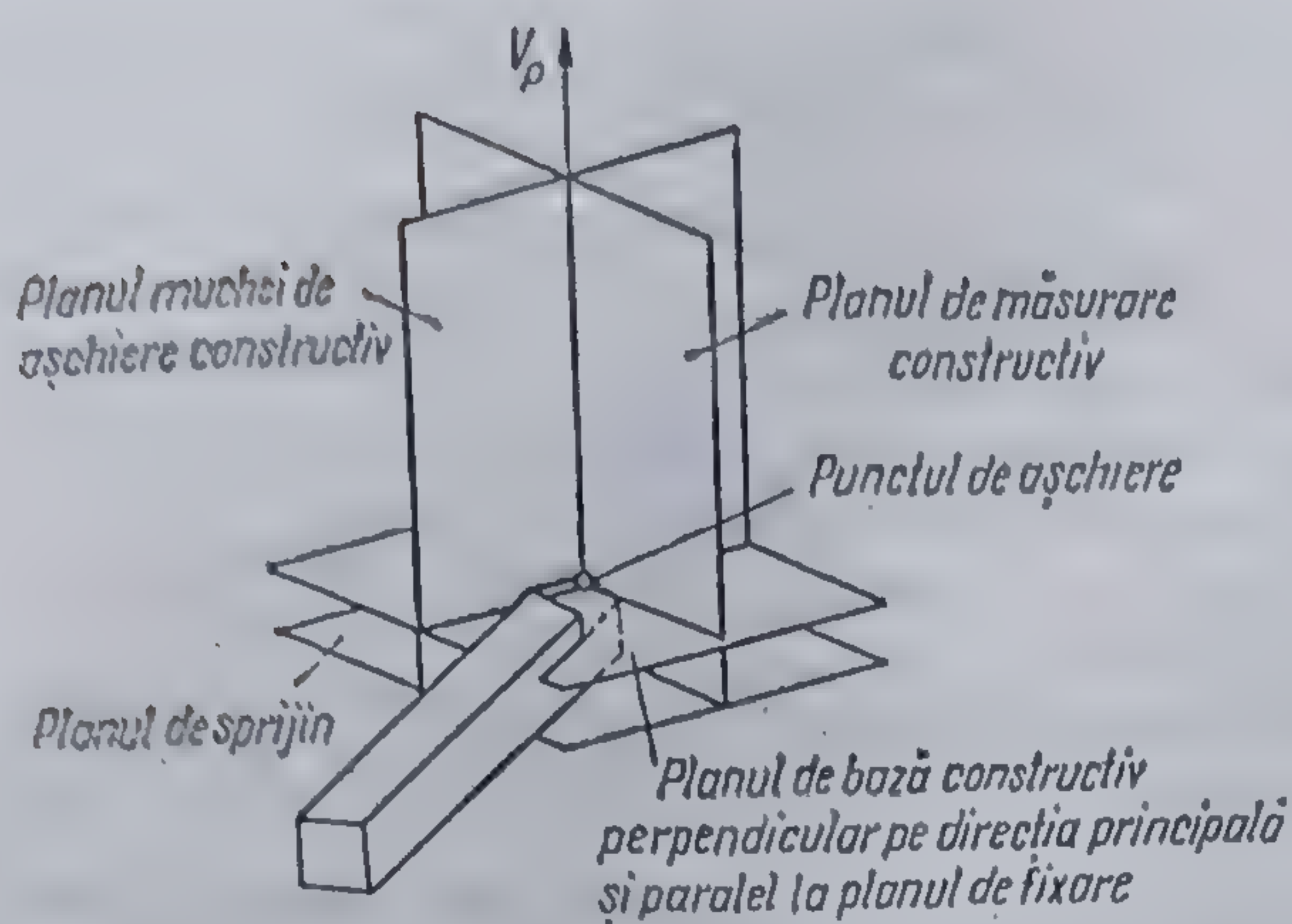


Fig. 3.5. Sistemul de referință constructiv la un cuțit de strung.

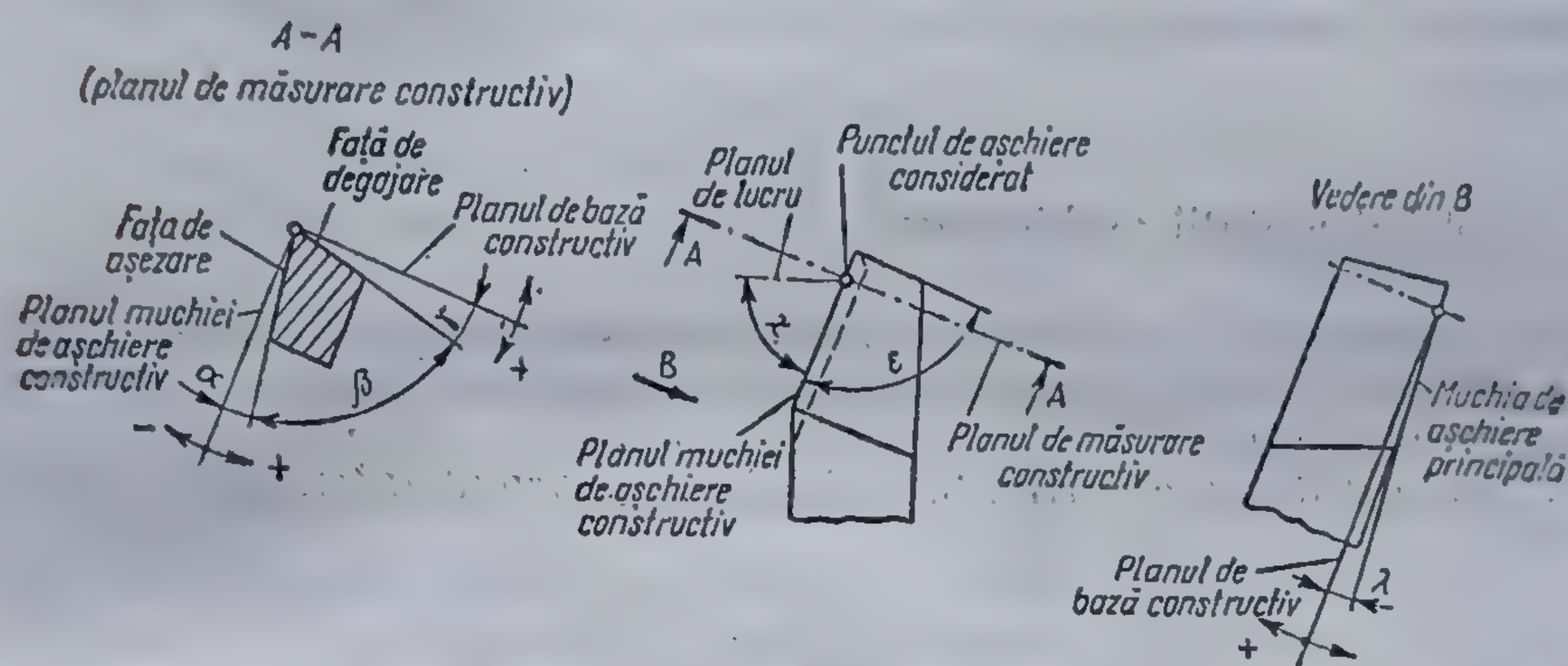


Fig. 3.6. Unghiuri care se măsoară în planul de bază constructiv într-un punct considerat pe tăișul principal la un cuțit de strung.

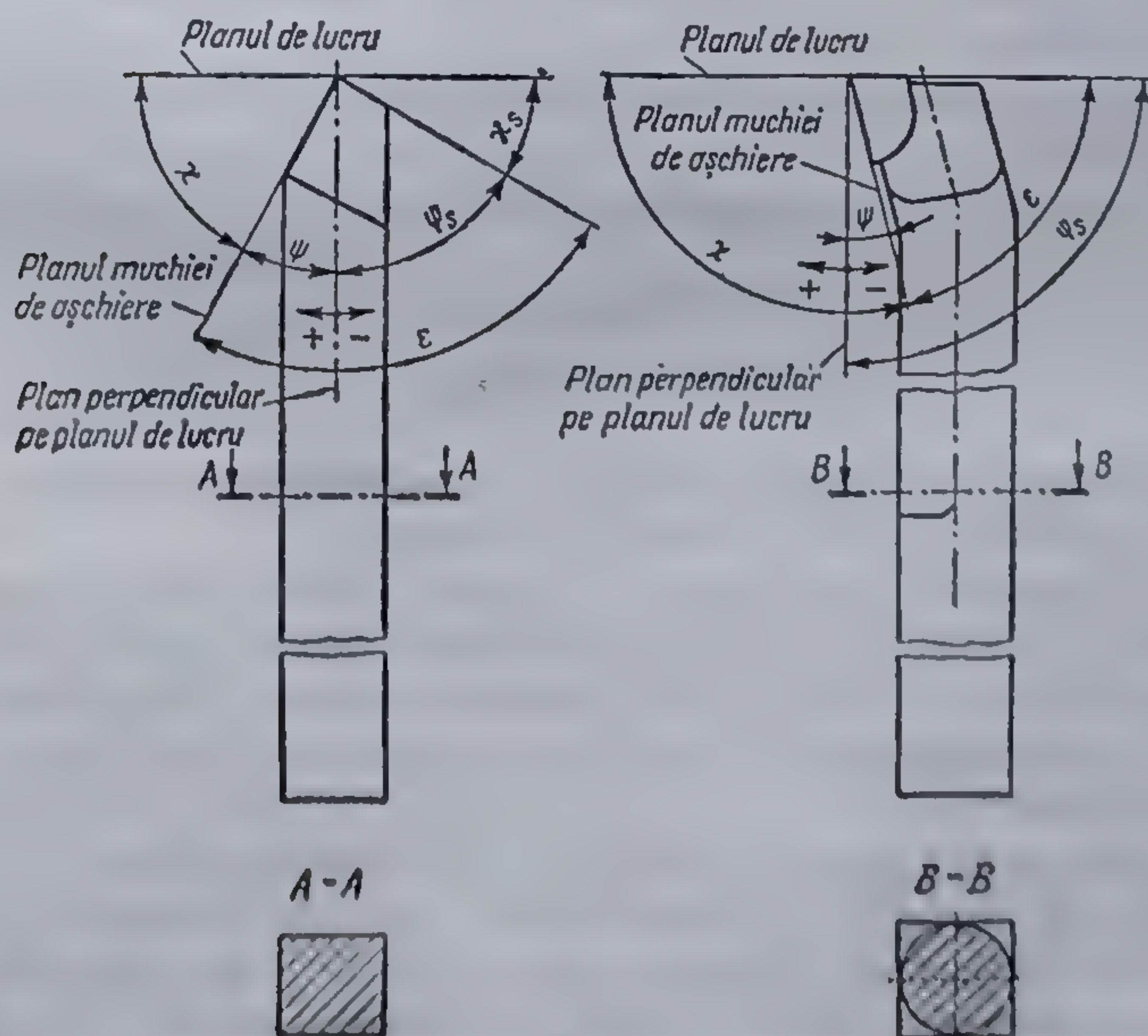


Fig. 3.7. Unghiurile complementare de atac κ și ψ măsurate în planul de bază constructiv la cuțitele de strung.

soulă, numit *sistemul de referință constructiv* (fig. 3.5), format din planul de bază constructiv, planul muchiei de așchiere constructiv și planul de măsurare constructiv.

Planul de bază constructiv trece prin punctul considerat pe muchia de așchiere și este paralel cu planul de sprijin al cuțitului. La cuțitele de strung și de raboteză, planul de bază constructiv este paralel cu suprafața de fixare, la sculele de frezat și de prelucrare a găurilor, a căror parte de prindere este cilindrică sau conică, trece prin punctul de așchiere considerat și axa sculei, iar la sculele de broșat este perpendicular pe axa longitudinală a sculei.

Planul muchiei de așchiere constructiv trece prin muchia de așchiere considerată sau tangentă la aceasta și este perpendicular pe planul de bază constructiv.

Planul de măsurare constructiv trece prin muchia de așchiere considerată sau tangentă la aceasta și este perpendicular pe planul de bază constructiv.

c. Unghiurile părții așchietoare

Unghiurile părții așchietoare sînt necesare pentru stabilirea formei și poziției părții așchietoare a sculei. În planul de bază se măsoară următoarele unghiuri:

— *unghiul de atac* κ (fig. 3.6) al tăișului, format între planul muchiei de așchiere și planul de lucru;

— *unghiul complementar de atac* ψ al tăișului, format între planul tăișului și un plan perpendicular pe planul de lucru (fig. 3.7). Acest unghi se consideră pozitiv cînd deschiderea lui este în direcția de avans și negativ cînd deschiderea lui este în sens contrar;

— *unghiul de vîrf* ε al tăișului, format între planele muchiilor de așchiere principală și secundară.

Între unghiurile care se măsoară în planul de bază sînt următoarele relații matematice:

$$\kappa + \psi = 90^\circ; \quad (3.1)$$

$$\psi + \psi_s = \varepsilon; \quad (3.2)$$

$$\kappa + \varepsilon + \kappa_s = 180^\circ; \quad (3.3)$$

în care:

ψ_s este unghiul muchiei de așchiere corespunzător tăișului secundar;
 κ_s — unghiul de atac al tăișului secundar.

În planul muchiei de așchiere se măsoară *unghiul de înclinare* λ , format de muchia de așchiere și planul de bază constructiv. Acest unghi se consideră pozitiv cînd vîrfurile tăișului este cel mai de sus punct al muchiei de așchiere și negativ cînd vîrfurile tăișului este cel mai de jos punct al muchiei de așchiere.

Unghiurile care se măsoară în planul de măsurare sînt:

— *unghiul de așezare* α , format între fața de așezare și planul muchiei de așchiere (fig. 3.8). El este pozitiv cînd fața de așezare este situată în interiorul unghiului drept, format de planul muchiei de așchiere și planul de bază, care trece prin punctul de așchiere considerat pe muchia de așchiere a sculei. Dacă pe fața de așezare se execută o fațetă, în acest

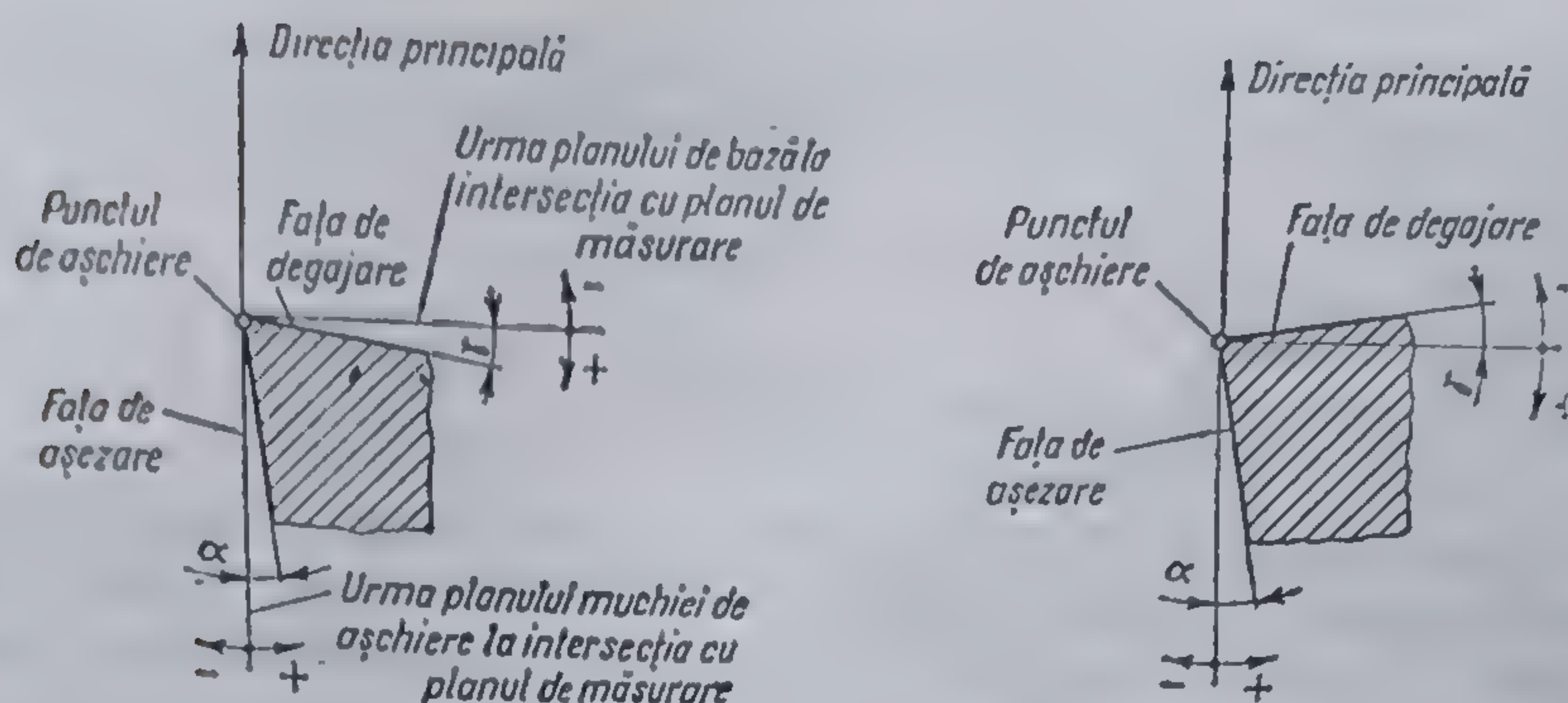


Fig. 3.8. Unghiul de așezare și de degajare.

caz unghiul corespunzător se numește *unghi de așezare al fațetei* și se notează cu α_f (fig. 3.9);

— *unghiul de ascuțire* β , format între fața de așezare și fața de degajare. Dacă pe fețele de așezare și de degajare se execută fațete, unghiul de ascuțire corespunzător se notează cu β_f (fig. 3.9);

— *unghiul de degajare* γ , format între fața de degajare și planul de bază (v. fig. 3.6 și 3.8). El este pozitiv când fața de degajare este situată în interiorul unghiului drept, format de planul muchiei de așchiere și planul de bază, care trece prin punctul de așchiere considerat pe muchia tăișului sculei, și negativ când fața de degajare este situată în interiorul aceluiași unghi (v. fig. 3.8). Dacă pe fața de așezare se execută o fațetă, în acest caz unghiul corespunzător se numește *unghi de degajare al fațetei* și se notează cu γ_f (v. fig. 3.9).

Între unghiurile care se măsoară în planul de măsurare există următoarele relații matematice.

$$\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ; \quad (3.4)$$

$$\alpha_f + \beta_f + \gamma_f = 90^\circ. \quad (3.5)$$

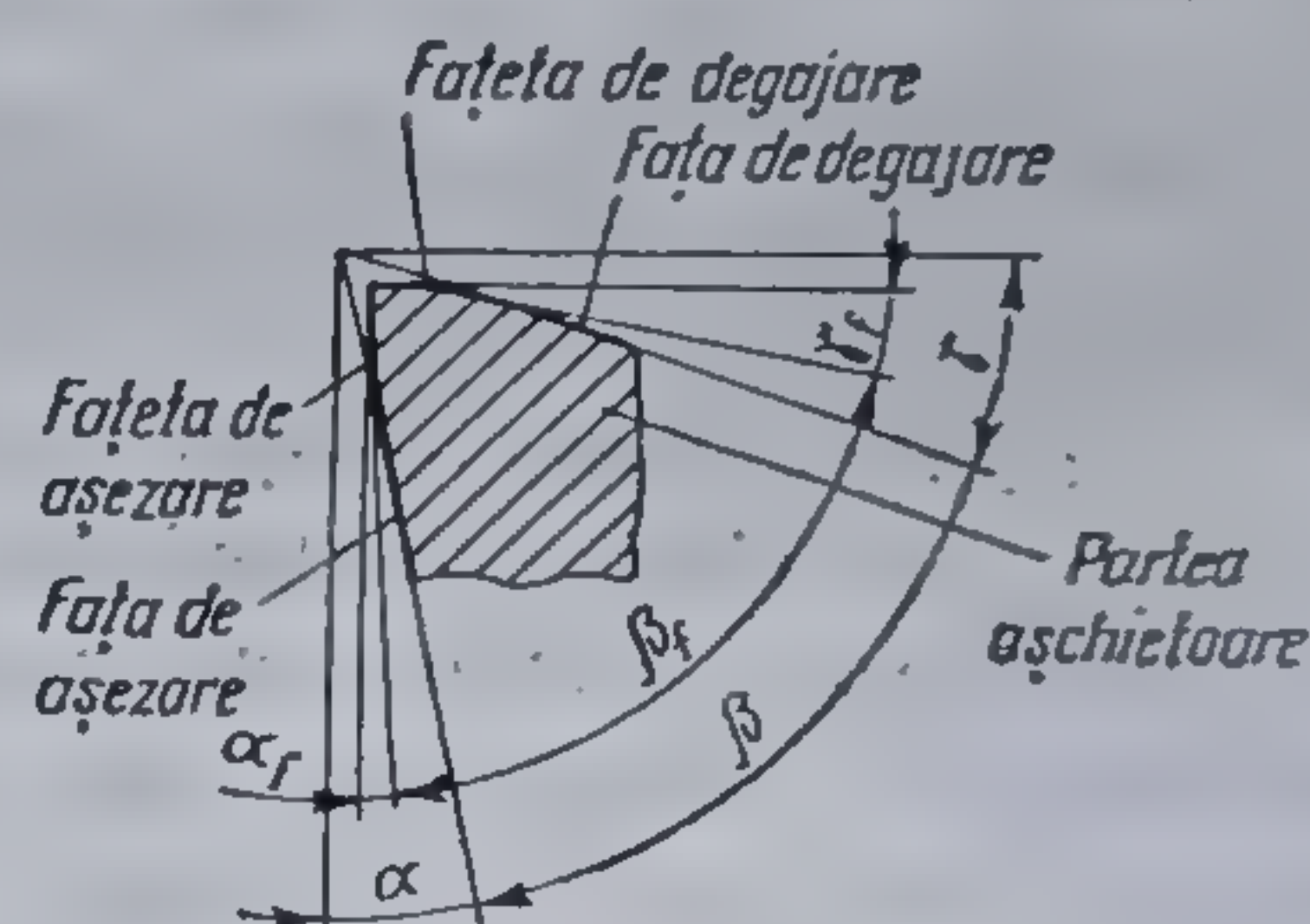


Fig. 3.9. Unghiul de așezare al fațetei, unghiul de degajare al fațetei și unghiul de ascuțire.

2. ELEMENTELE AȘCHIEI. PROCESUL FORMĂRII AȘCHIEI ȘI TIPURILE DE AȘCHII

Așchia ce urmează a fi detașată se caracterizează prin următoarele elemente: lățime, grosime și secțiune (fig. 3.10).

Lățimea așchiei b reprezintă dimensiunea așchiei care urmează a fi detașată, fiind egală cu distanța dintre suprafața inițială și suprafața prelucrată,

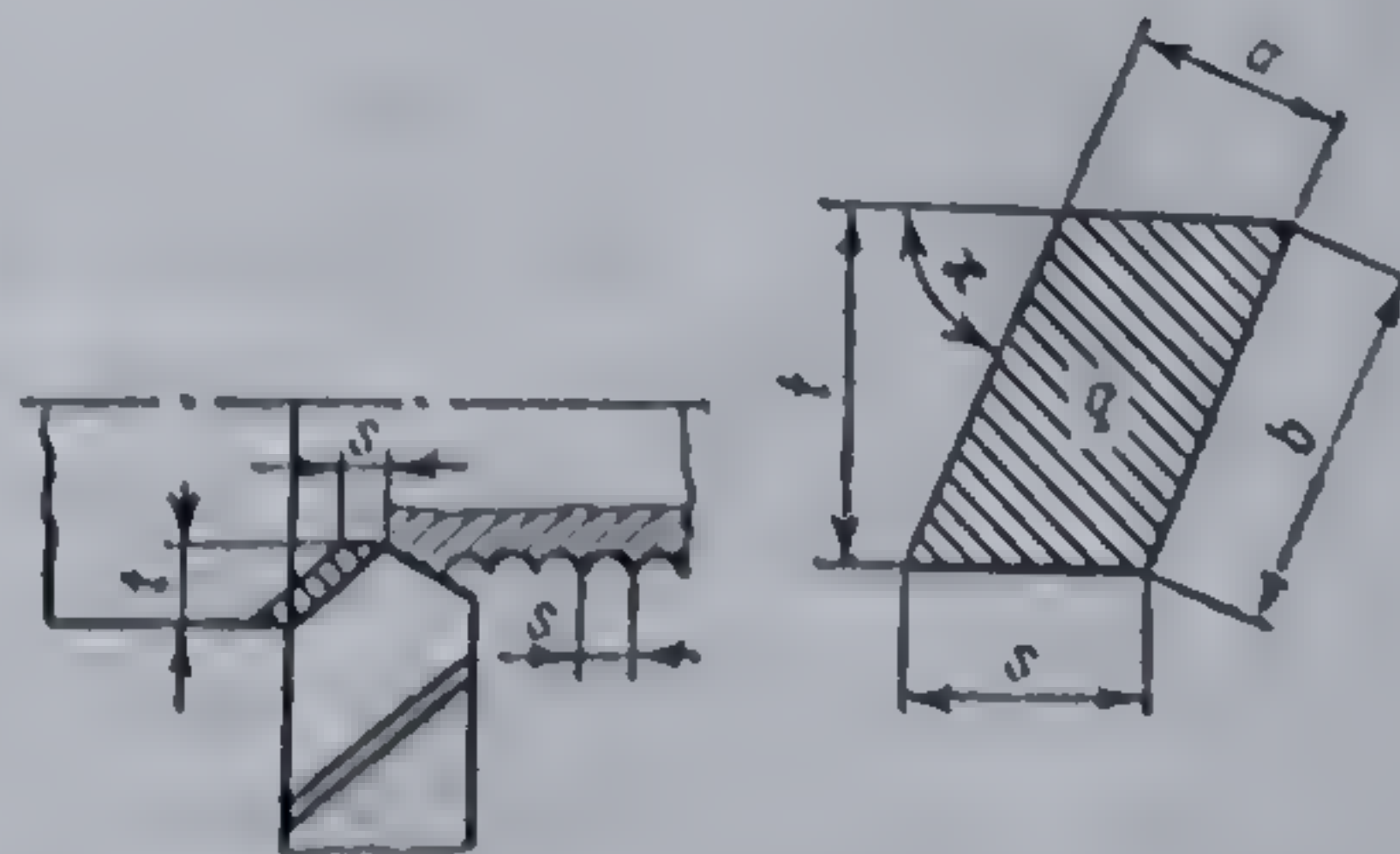


Fig. 3.10. Elementele așchiei.

măsurată pe suprafața de așchiere, egală cu lungimea în contact a tăișului. În cazul sculelor cu tăiș rectiliniu fără rotunjirea vârfului

$$b = \frac{t}{\sin \kappa} [\text{mm}], \quad (3.6)$$

în care:

t este adâncimea de așchiere, în mm;

κ — unghiul de atac principal.

Grosimea așchiei a reprezintă dimensiunea așchiei care urmează a fi detașată, egală cu distanța dintre două poziții succesive ale suprafeței de așchiere în punctul considerat, măsurată perpendicular pe suprafața de așchiere. În cazul sculelor cu tăiș rectiliniu

$$a = s \sin \kappa [\text{mm}], \quad (3.7)$$

unde s este avansul, în mm.

Secțiunea așchiei nedetașate A este egală cu produsul dintre lățimea și grosimea ei:

$$A = a \cdot b [\text{mm}^2]. \quad (3.8)$$

Procesul de formare a așchiei variază în funcție de materialul prelucrat, de geometria sculei, de regimul de așchiere, de condițiile de răcire-ungere etc.

Se disting două forme de bază ale așchiei, și anume: *așchii de curgere*, caracteristice materialelor plastice ($\tau > \sigma$), și *așchii de rupere*, caracteristice materialelor fragile ($\tau < \sigma$). Schimbându-se condițiile de așchiere, la același material se poate modifica raportul τ/σ , obținându-se diferite tipuri de așchii (fig. 3.11).

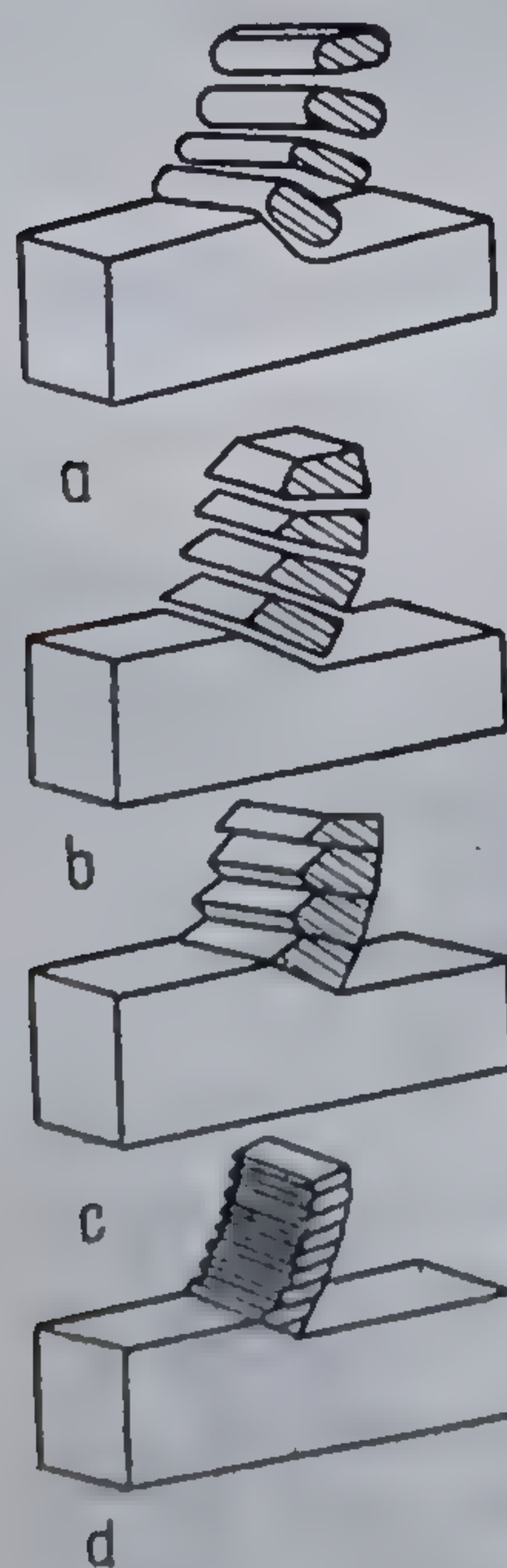


Fig. 3.11. Tipuri de așchii.

Așchiile de rupere (fig. 3.11, a) se obțin la prelucrarea materialelor fragile (exemplu fontă), la care $\tau < \sigma$ (nu au loc deformări plastice). Ruperea se produce de la început, lângă vârful sculei, așchia desprinzându-se în elemente izolate, care deviază brusc și se degajă ușor.

Așchiile produse prin deformări plastice, după gradul deformării pe care îl suportă metalul, pot fi:

— *așchii fragmentate sau în grupe de elemente* (fig. 3.11, b), obținute la prelucrarea materialelor semifragile cu structură cristalină fină; așchia este formată din pachete nelegate de straturi succesive deplasate între ele prin alunecare;

— *așchii în trepte sau articulate* (fig. 3.11, c), obținute la prelucrarea cu unghiuri de degajare mari a materialelor semifragile sau cu viteze de așchiere reduse și unghiuri de degajare mari a materialelor tenace; așchia se detașează sub formă de elemente unite între ele, dar vizibil distincte (alunecate);

— *așchii de curgere sau continue* (fig. 3.11, d), obținute la prelucrarea materialelor tenace în anumite condiții (viteze de așchiere relativ mari, grosimi de așchiere mici, unghiuri de degajare mari etc.); în acest caz se produc alunecări mici între straturile succesive așchia degajându-se continuu, ușor zimțat la exterior;

La aşchierea rapidă, aşchiile fiind lungi sînt periculoase şi ca atare se adoptă spărgător de aşchii (v. fig. 2.1).

3. ELEMENTELE COMPONENTE ALE REGIMULUI DE AŞCHIERE

Regimul de aşchiere este definit de următoarele elemente: viteza, avansul şi adîncimea de aşchiere.

Viteza efectivă de aşchiere v_e este viteza la un moment dat, în direcţia efectivă de aşchiere, a unui punct considerat pe tăişul sculei. Din figura 3.12 se observă că viteza efectivă de aşchiere este rezultanta vitezei principale v_p şi a vitezei de avans v_s .

Viteza principală este viteza la un moment dat, în direcţia mişcării principale, a unui punct de aşchiere considerat pe tăişul sculei, iar *viteza de avans* este viteza la un moment dat, în direcţia de avans, a unui punct de aşchiere considerat pe tăişul sculei.

Avansul s este mărimea cursei efectuată în mişcarea de avans în timpul unei rotaţii sau curse de aşchiere (v. fig. 3.10).

Adîncimea de aşchiere t (respectiv lăţimea de aşchiere) este mărimea tăişului principal aflat în contact cu piesa de prelucrat, măsurată perpendicular pe planul de lucru (v. fig. 3.10). Termenul de adîncime de aşchiere se referă la strunjirea longitudinală şi frontală, frezare şi rectificare frontală. În cazul operaţiilor de retezare, broşare, frezare cilindrică şi rectificare cu periferia discului, mărimea t corespunde lăţimii de aşchiere, iar la operaţiile de prelucrare a găurilor, această mărime corespunde cu jumătatea diametrului sculei (burghiului, adîncitorului etc.).

4. FORŢELE DE AŞCHIERE

În timpul procesului de aşchiere, pentru detaşarea aşchiei, rezistenţele care iau naştere în materialul supus prelucrării trebuie învinse. Aceste rezistenţe, exercitate şi asupra sculei aşchietoare, constituie forţele de aşchiere, care se transmit asupra întregului sistem tehnologic. Cunoaşterea forţelor de aşchiere are o importanţă deosebită, deoarece de mărimea lor depinde lucrul mecanic consumat, care trebuie să fie cît mai mic. De asemenea, forţele de aşchiere servesc şi la utilizarea şi respectiv proiectarea maşinilor-unelte, a dispozitivelor şi sculelor aşchietoare.

Forţa exercitată asupra sculei aşchietoare, în timpul procesului de aşchiere, este o rezultantă a eforturilor necesare pentru producerea deformărilor elastice (caracterizate prin modulul de elasticitate E al materialului de prelucrat) şi a celor plastice (exprimate prin limita de curgere σ_0 a materialului), precum şi pentru învingerea frecărilor exte-

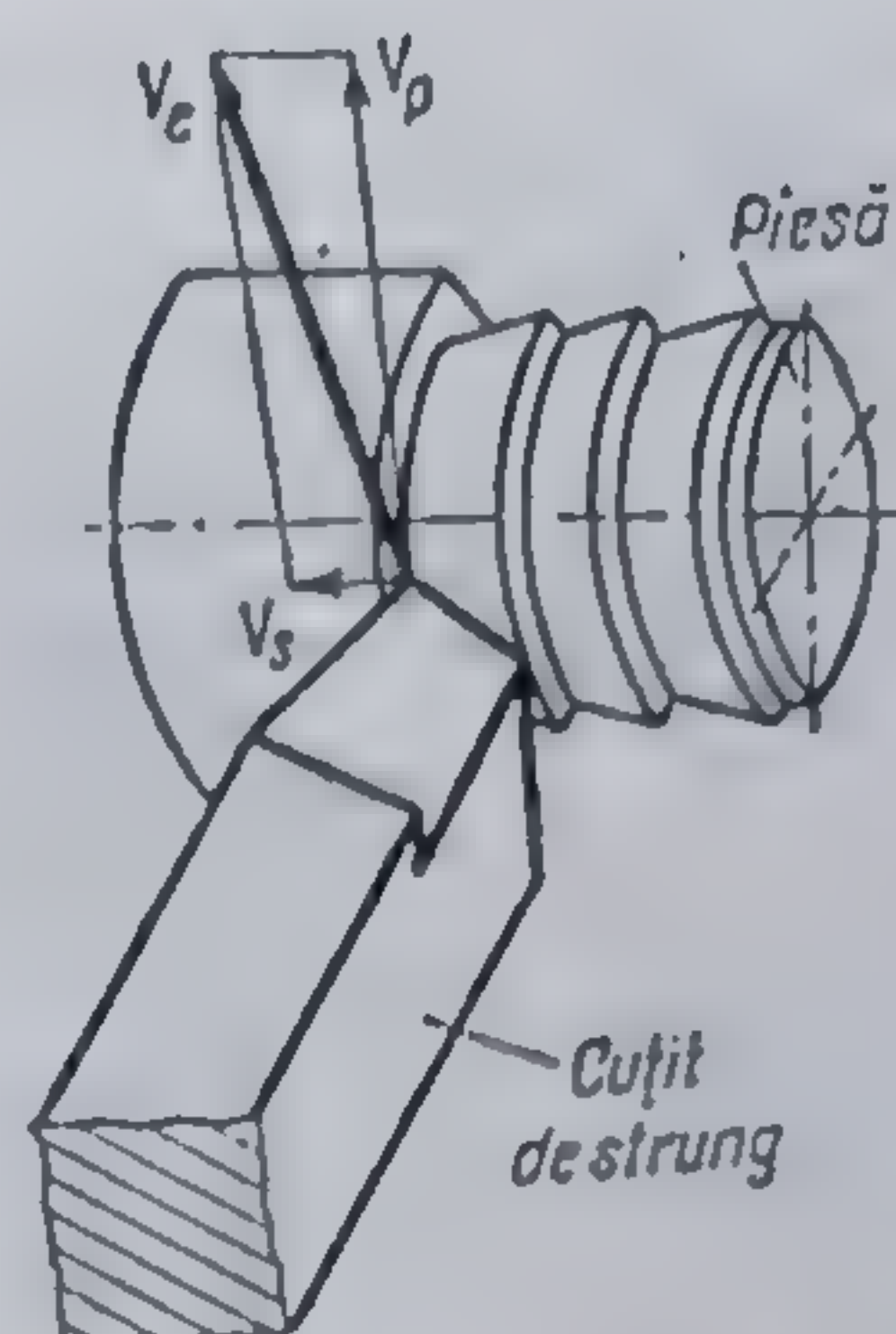


Fig. 3.12. Vitezele la aşchierea materialelor prin strunjire.

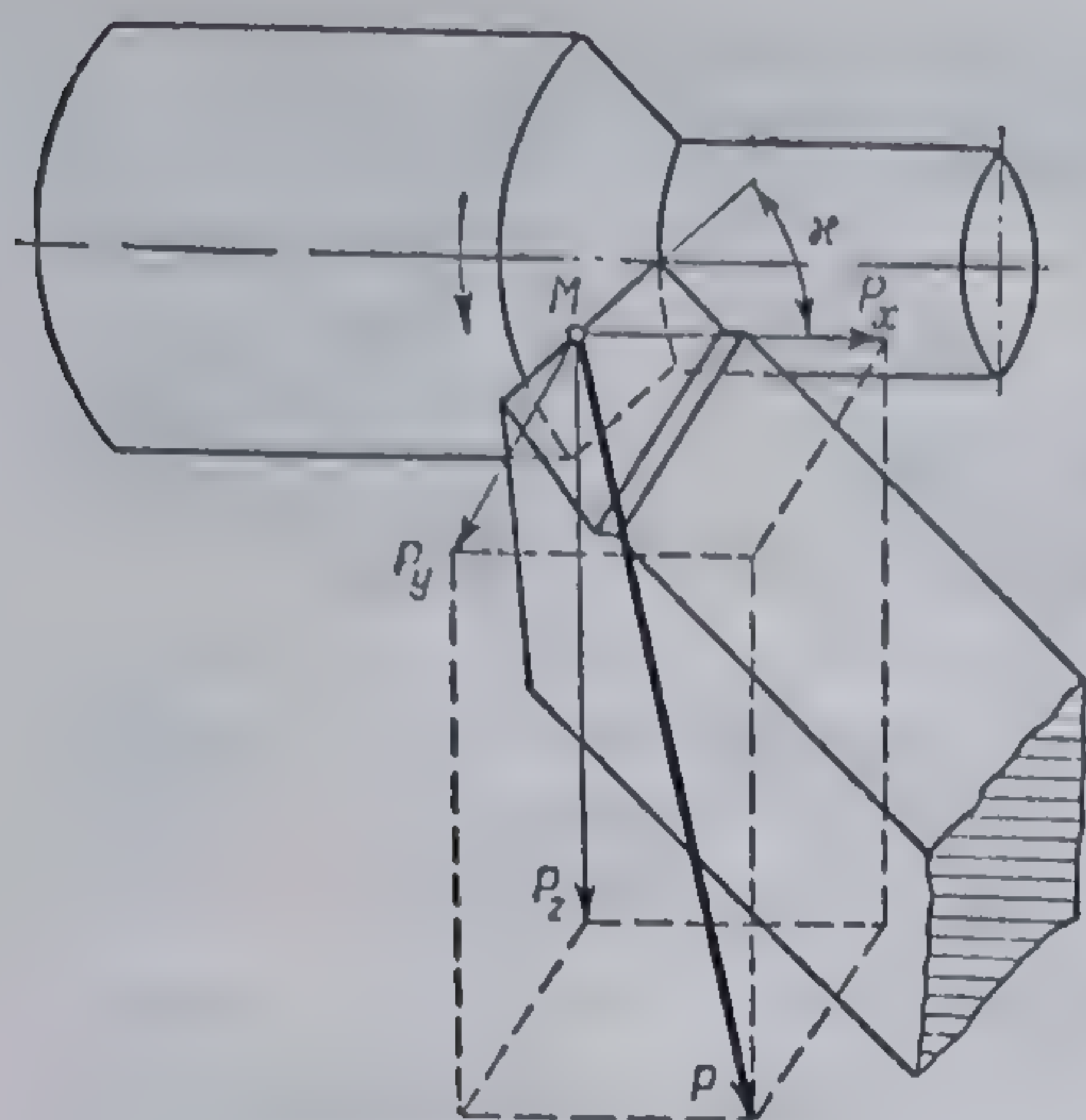


Fig. 3.13. Componentele forței de așchiere.

rioare. Forța de așchiere totală P (fig. 3.13) are punctul de aplicație pe suprafața de degajare a cuțitului și se descompune în componentele P_z , P_x și P_y .

P_z este componenta verticală (forța principală de așchiere) și acționează după tangenta la suprafața de așchiere, adică în planul de așchiere. Ea reprezintă forța pe care o exercită piesa prin mișcarea ei de rotație asupra cuțitului și este cea mai importantă, din punctul de vedere al așchierii. Are valoarea cea mai mare dintre aceste trei componente, deoarece dă naștere cuplului rezistent ce trebuie învins de cuplul motor la arborele principal al mașinii-unelte. Pornind de la valoarea acestei forțe, se calculează puterea mașinii necesară în procesul de așchiere.

P_x este componenta axială sau de avans longitudinal (forța de avans), care acționează în planul orizontal pe o direcție paralelă la avans. Ea reprezintă forța pe care piesa o exercită asupra cuțitului în timpul mișcării, fiind supus la o încovoiere laterală.

P_y este componenta radială sau de avans transversal (forța de respingere) care acționează în planul orizontal pe o direcție perpendiculară pe axa piesei. Ea reprezintă forța pe care piesa o exercită asupra cuțitului când acesta este introdus în straturi noi de material. Componenta radială P_y comprimă cuțitul în sensul axei lui și tinde să-l respingă în timpul așchierii, contribuind, într-o oarecare măsură, la producerea vibrațiilor în timpul procesului de prelucrare.

Din figura 3.13 rezultă că forța totală de așchiere se poate determina cu relația:

$$P = \sqrt{P_x^2 + P_y^2 + P_z^2} \text{ [daN]}. \quad (3.9)$$

Forța principală de așchiere, raportată la secțiunea așchiei, se numește *apăsare specifică* — p sau *rezistență unitară de așchiere* și se determină cu relația:

$$p = \frac{P_z}{a \cdot b} = \frac{P_z}{A} \text{ [daN/mm}^2\text{]}, \quad (3.10)$$

în care:

- a este grosimea așchiei, în mm;
- b — lățimea așchiei, în mm;
- A — secțiunea așchiei, în mm^2 .

a. Determinarea prin calcul a componentelor forței de așchiere

Din practică s-a constatat că forța principală de așchiere P_z depinde de mai mulți factori, dintre care se menționează: caracteristicile mecanice și tehnologice ale materialului de prelucrat, mărimea secțiunii aș-

chiel, geometria sculei așchietoare, răchren și, într-o mai mică măsură, materialul părții active a sculei așchietoare, forma secțiunii așchiei și viteza de așchiere.

Experimental, pentru cele trei componente P_x , P_y și P_z , s-au stabilit următoarele relații de calcul:

$$\begin{aligned} P_x &= C_{P_x} \cdot l^{x_{P_x}} \cdot s^{y_{P_x}} \cdot v_p^{n_{P_x}} \text{ [daN]}; \\ P_y &= C_{P_y} \cdot l^{x_{P_y}} \cdot s^{y_{P_y}} \cdot v_p^{n_{P_y}} \text{ [daN]}; \\ P_z &= C_{P_z} \cdot l^{x_{P_z}} \cdot s^{y_{P_z}} \cdot v_p^{n_{P_z}} \text{ [daN]}; \end{aligned} \quad (3.11)$$

în care:

C_{P_x} , C_{P_y} și C_{P_z} sînt coeficienții care caracterizează materialul de prelucrare și alte condiții de prelucrare, ca: raza la vîrf a cuțitului, unghiul de atac principal, răchirea etc.;

x_{P_x} , y_{P_x} , x_{P_y} , y_{P_y} , x_{P_z} , y_{P_z} , n_{P_x} , n_{P_y} și n_{P_z} sînt exponenții pentru adîncimea t , avansul de așchiere s și viteza de așchiere v_p . Toți acești coeficienți sînt exprimați tabelar în lucrări de specialitate.

O relație mai simplă, dar mai puțin precisă, pentru calculul forței de așchiere principale P_z este:

$$P_z = p \cdot A \text{ [daN]}. \quad (3.12)$$

Componenta axială P_x și componenta radială P_y variază, în raport cu componenta principală de așchiere P_z , astfel:

$$\begin{aligned} P_x &= (0,22 \dots 0,35) P_z; \\ P_y &= (0,33 \dots 0,55) P_z. \end{aligned} \quad (3.13)$$

Cînd sculele folosite în procesul de așchiere au uzuri avansate, forța axială și forța radială pot lua valori foarte mari. Astfel, la strunjire, dacă uzura cuțitului pe suprafața de așezare ajunge la 4 mm, componentele P_x și P_y prezintă creșteri care ajung pînă la 130% pentru P_x și 300% pentru P_y . Datorită existenței razei r_s la vîrfurile cuțitului, componentele P_x și P_y nu sînt niciodată nule.

b. Metode și aparate pentru măsurat forțele de așchiere

Pentru determinarea forțelor de așchiere în timpul procesului de așchiere, mai frecvent se folosesc următoarele metode și aparate:

1) *Metoda măsurării energetice*, la care prin ampermetre, voltmetre, wattmetre se stabilește puterea consumată, ținîndu-se seama de randamentul motorului electric și randamentul lanțului cinematic de acționare al mașinii-unelte. Prin această metodă nu se obțin rezultate precise, deoarece valoarea randamentelor nu poate fi stabilită cu exactitate.

2) *Metoda măsurării prin deformații plastice*, unde forțele sînt preluate de bile, care se imprimă pe plăci de control ca și în cazul metodei de măsurare a durității.

Datorită faptului că forțele variază în timpul procesului de așchiere, metoda nu dă rezultate satisfăcătoare.

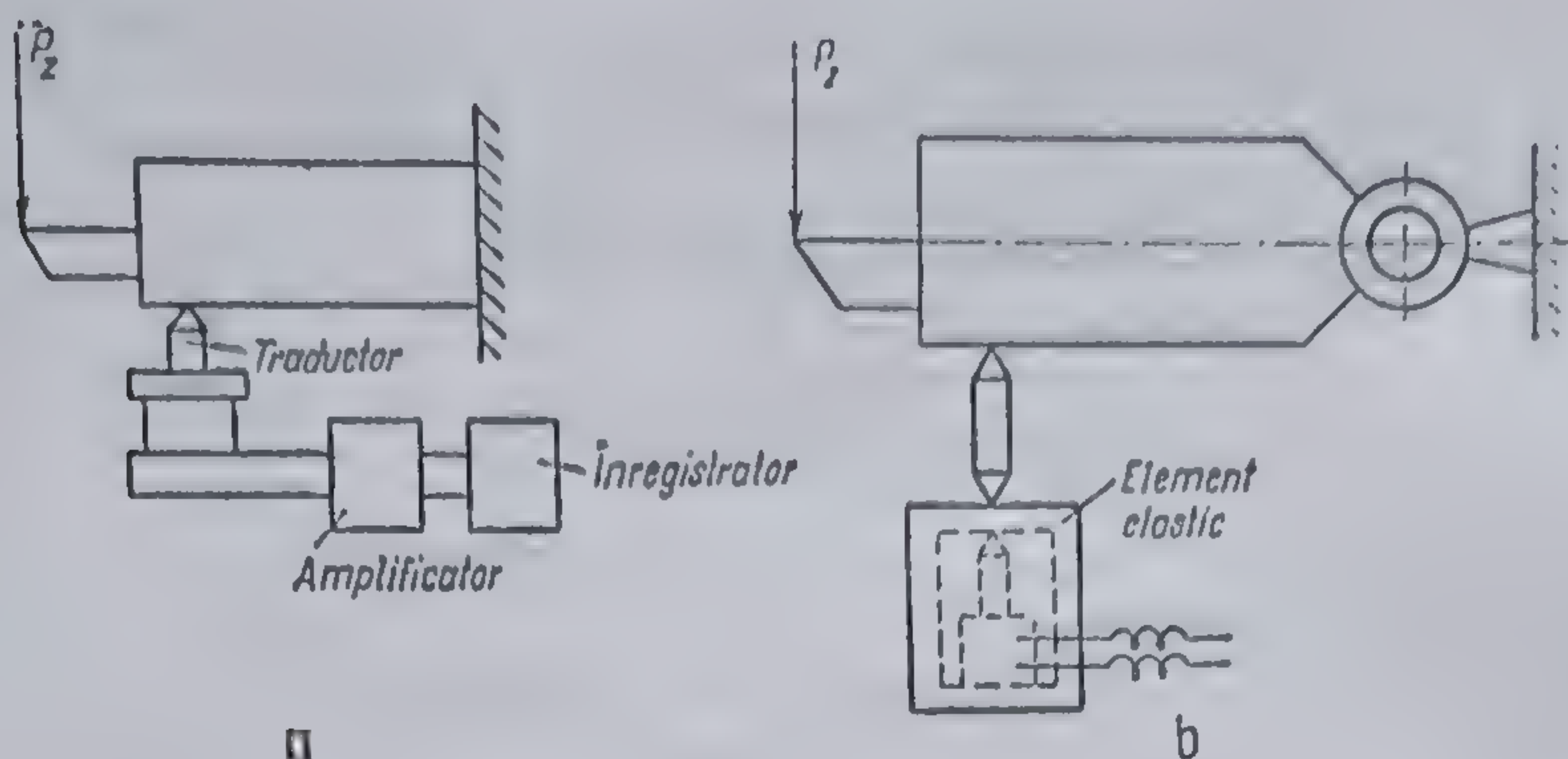


Fig. 3.14. Dinamometre cu traductoare:

a — elementul rigid de formare elastică este însăși suportul cuțitului; b — element rigid de deformare elastică special.

3) *Metoda măsurării prin deformații elastice*, care poate fi:

— cu dinamometrul fără traductor (dinamometre cu arc, dinamometre elastice hidraulice etc.);

— cu dinamometru cu traductor (hidraulic, pneumatic, optic, mecanic, electric și anume piezoelectric, capacitiv, tensometric etc.).

Dinamometrele cu traductoare se construiesc în două variante:

— cu element rigid de deformare elastică, constituit din însăși suportul cuțitului (fig. 3.14, a);

— cu element rigid de deformare elastică special prevăzut (fig. 3.14, b).

În cazul dinamometrelor cu traductor de tip mecanic, deformația elastică este transmisă pe cale mecanică la un aparat de înregistrare (comparator cu cadran).

La traductoarele electrice, deformările elastice ale cuțitului se transformă în energie electrică. Din această categorie se menționează:

— *traductoarele piezoelectrice* (fig. 3.15), care se bazează pe proprietatea unor cristale (de cuarț, turmalină etc.) de a genera un potențial electric proporțional cu presiunea la care sînt supuse. Bateria, formată din cele două cristale 1, prinse între cele trei armături metalice 2, primește presiunea proporțională cu deformația grinzii dinamometrului, prin palpatorul său și traduce amplitudinea deformației în intensitate de curent care se citește la galvanometrul G;

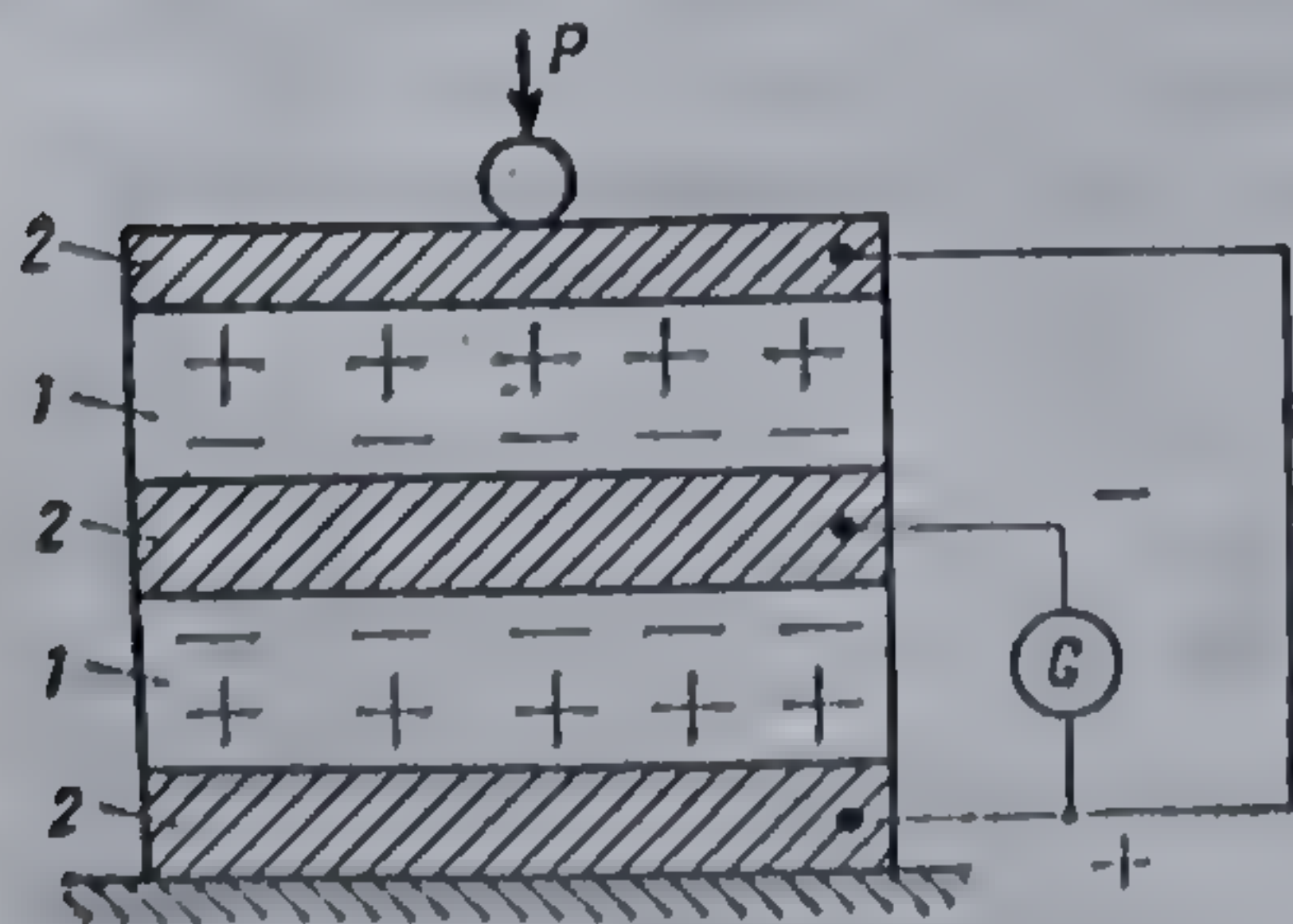


Fig. 3.15. Traductor piezoelectric.

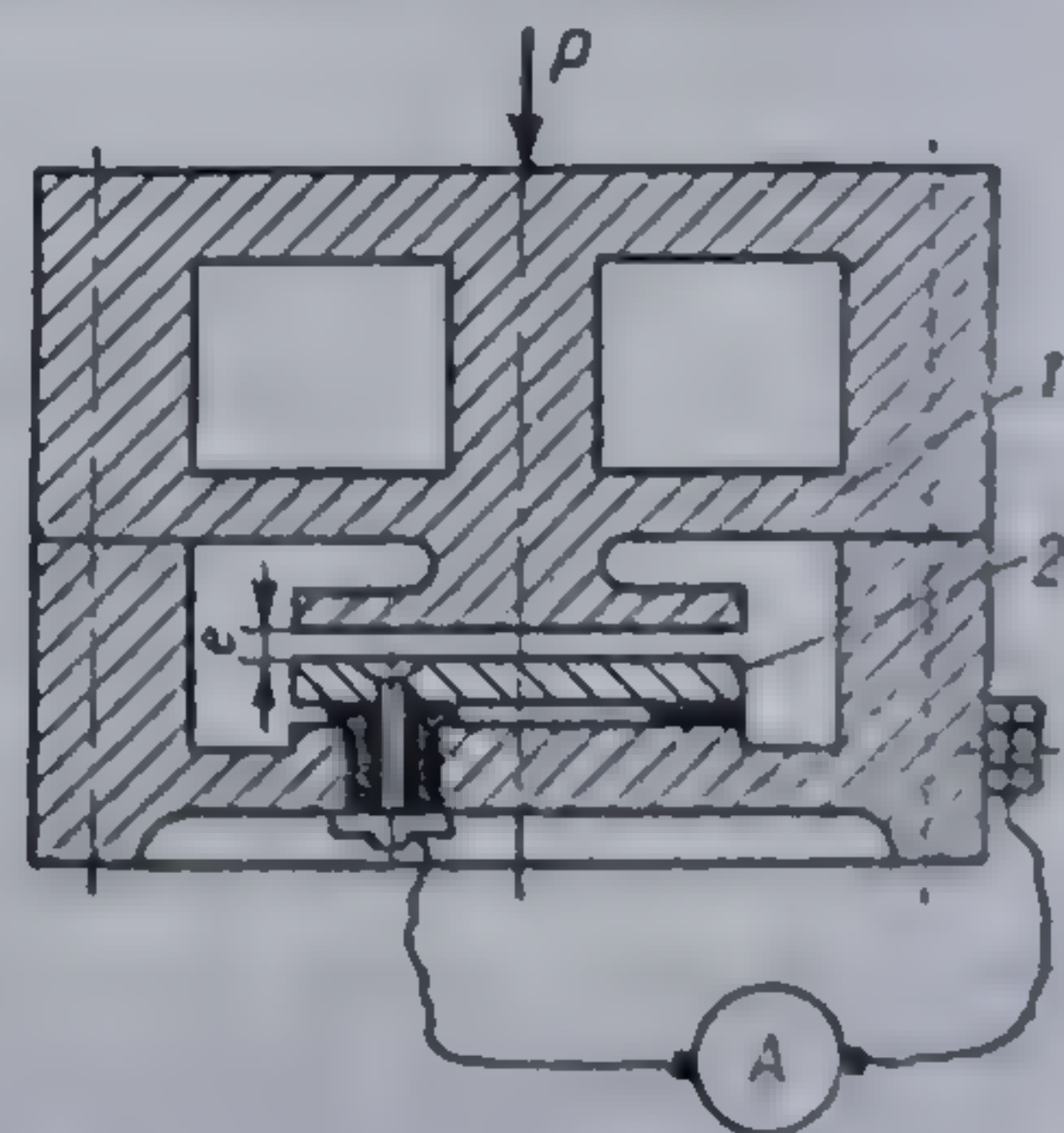


Fig. 3.16. Traductor capacitiv.

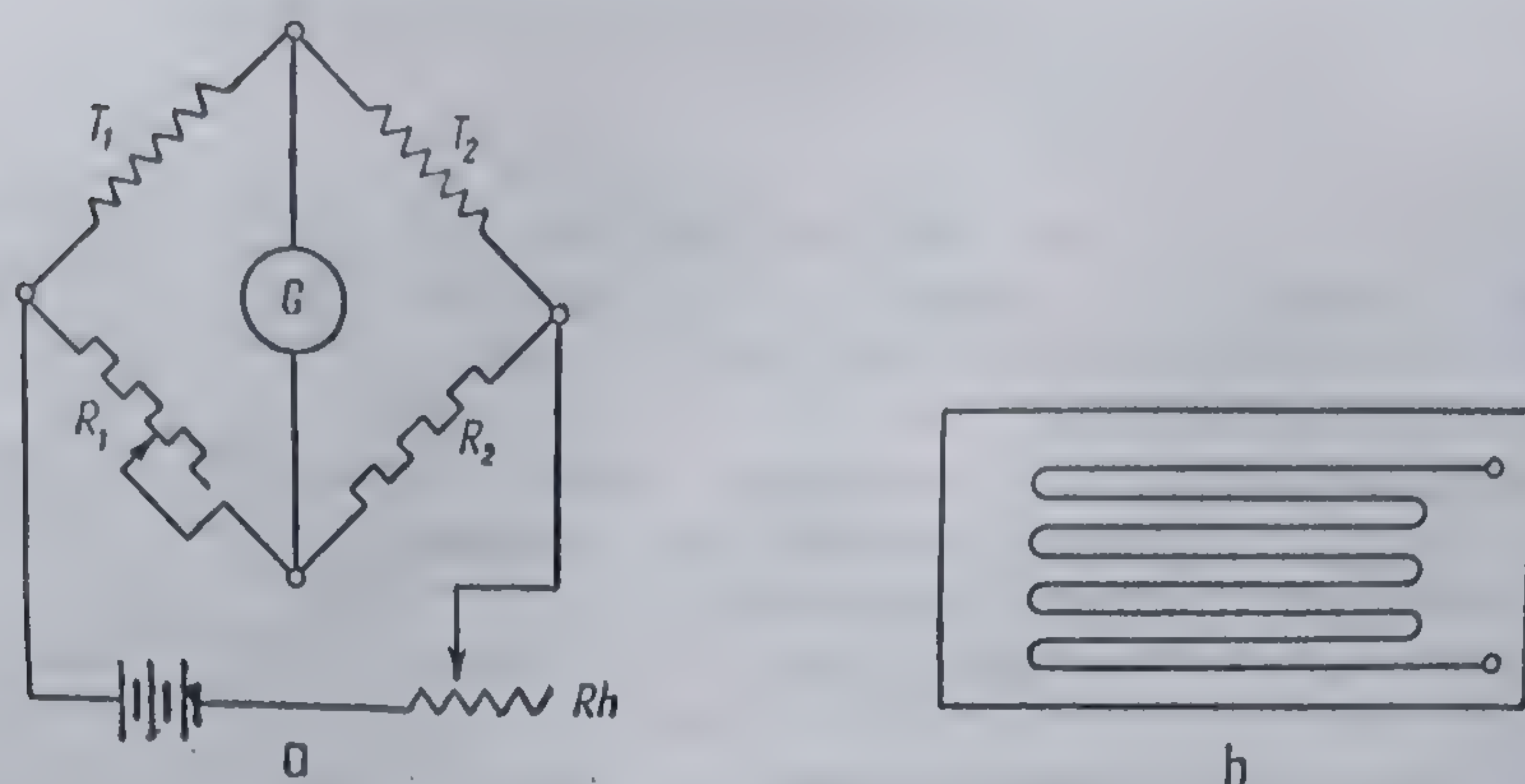


Fig. 3.17. Traductor tensiometric:
a — punte tensiometrică; b — marcă tensiometrică.

— *traductoarele capacitative* (fig. 3.16), care se bazează pe variația capacității la variația grosimii dielectricului, prin deformarea elastică a carcasei superioare 1, pe care este fixată una din cele două armături ale condensatorului 2;

— *traductoarele tensiometrice* (fig. 3.17), care utilizează proprietatea unor feroaliaje (constantan, conel etc.) de a-și modifica rezistivitatea electrică sub influența unei solicitări la tensiune. Marca tensiometrică (fig. 3.17, b), formată dintr-o sîrmă cu diametrul de 0,015—0,06 mm, lipită pe o foiță ce se aplică pe acele suprafețe ale grinzii dinamometrice care sînt supuse la deformații de întindere, suferă o întindere și o variație de rezistivitate proporțională cu forța ce se măsoară. Marca tensiometrică T_1 se conectează într-o punte T_2 , care este o marcă tensiometrică identică, dar nesupusă la tensiune, ce se folosește pentru compensarea efectului temperaturii, sau o marcă tensiometrică pretensionată care se lipește pe suprafețele ce suferă o comprimare egală cu tensiunea primei suprafețe și are rolul unui tensiometru diferențial, pentru mărirea sensibilității măsurărilor. În toate cazurile, sistemele dinamometru-traductor-aparat de măsurat se etalonează împreună cu ajutorul unui dinamometru etalon și la un șir de valori ale fiecărei forțe, ridicîndu-se o curbă de etalonare caracteristică sistemului în ansamblul său.

c. Puterea de așchiere

Cunoscîndu-se forța principală de așchiere se poate calcula puterea N_a necesară pentru așchiere cu relația:

$$N_a = \frac{P_s \cdot v_p}{6120} \quad [\text{kW}], \quad (3.14)$$

în care:

P_s este forța principală de așchiere, în daN;

v_p — viteza principală de așchiere, în m/min.

Cu relația (3.14) se verifică dacă puterea motorului electric al mașinii-unelte la prelucrarea diferitelor materiale este corespunzătoare.

5. CĂLDURA ȘI TEMPERATURA ÎN PROCESUL DE AȘCHIERE

Căldura rezultată în procesul de aşchiere, manifestată prin ridicarea temperaturii cuţitului, a aşchiei şi a piesei supusă prelucrării se numeşte *căldură de aşchiere*. Căldura de aşchiere face ca duritatea şi rezistenţa cuţitului să scadă.

Cauzele care determină producerea căldurii în timpul aşchierii sînt:

- deformaţiile elastice şi plastice ale materialului de prelucrat;
- frecarea aşchiilor pe faţa de angajare a sculei;
- frecarea feţei de aşezare a sculei pe suprafaţa de aşchiere.

Bilanţul termic. Lucrul mecanic total consumat în procesul de aşchiere se transformă aproape integral în căldură (numai o mică parte din lucrul mecanic se înmagazinează sub formă de energie potenţială, respectiv tensiuni interne, în materialul prelucrat). Ca urmare, cantitatea de căldură care rezultă în procesul de aşchiere va fi:

$$Q_m = k_q \cdot P_z \cdot v_p \text{ [daJ/min]}, \quad (3.15)$$

în care:

Q_m este cantitatea de căldură degajată în procesul de aşchiere, în daJ/min;

P_z — forţa principală de aşchiere, în daN;

v_p — viteza principală de aşchiere, în m/min;

k_q — coeficient în funcţie de condiţiile de aşchiere (variind între 70 şi 90% sau chiar mai mult în cazul aşchierii fără vibraţii).

Cantitatea de căldură produsă nu se acumulează, ci se repartizează între aşchie Q_1 , sculă Q_2 , semifabricat Q_3 şi mediu de aşchiere Q_4 :

$$Q_m = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4. \quad (3.16)$$

În cazul strunjirii, în funcţie de condiţiile în care se desfăşoară aşchieră, se poate lua $Q_1 = 75\% Q_m$; $Q_2 = 20\% Q_m$; $Q_3 = 4\% Q_m$ şi $Q_4 = 1\% Q_m$.

Din relaţia 16 se vede că, la o anumită creştere a vitezei de aşchiere, are loc şi o creştere a cantităţii de căldură; în acest caz, şi cantitatea de căldură transmisă sculei va fi mai mare.

În cazul folosirii lichidelor de răcire şi de ungere, acestea produc evacuarea directă a unei părţi din căldura de aşchiere dezvoltată şi reduc totodată frecările dintre piesă, aşchie şi sculă, contribuind la reducerea cantităţii totale de căldură rezultată.

Creşterea temperaturii tăişului sculei este influenţată de regimul de aşchiere, de geometria sculei şi de proprietăţile materialului de prelucrat. Dintre elementele regimului de aşchiere, creşterea adîncimii de aşchiere t are o influenţă mai mică asupra creşterii temperaturii tăişului, decît creşterea avansului sau a vitezei de aşchiere. Din acest motiv la prelucrarea materialelor se recomandă creşterea adîncimii de aşchiere şi nu a avansului.

Temperatura părţii active a cuţitului creşte cu unghiul de atac principal α şi scade la creşterea unghiului de degajare γ . De asemenea, temperatura sculei este influenţată şi de secţiunea corpului sculei, deoarece, odată cu creşterea masei de material, temperatura scade.

Un alt factor care influenţează asupra temperaturii sculei este şi materialul de prelucrat. Cînd aşchia va fi mai mult timp în contact cu faţa de degajare a sculei, solicitarea termică a sculei va creşte.

6. UZAREA ȘI DURABILITATEA TĂIȘULUI SCULEI

În timpul aşchierii, ca urmare a frecărilor interne dintre aşchii și fața de degajare, a eroziunii abrazive etc., sculele capătă o uzare care se observă pe această față sub forma unei scobituri, avînd adîncimea u_d (fig. 3.18), de lățime b . De asemenea, pe fața de aşezare apare o uzare sub forma unei teșituri u_a , produsă de frecările dintre fața de aşezare și suprafața de aşchiere. Uzarea feței de aşezare produce modificarea diametrului piesei de prelucrat cu distanța 2Δ . Uzarea însemnată a feței de degajare are loc în cazul prelucrării cu viteze mari de aşchiere și în cazul degroșării cu adîncimi de aşchiere $t > 0,2$ mm. Uzarea feței de aşezare se produce mai ales în cazul prelucrării de finisare. Uzarea simultană a feței de degajare și a celei de aşezare se produce la prelucrarea cu viteze de aşchiere medii cu adîncimi de aşchiere $t > 0,2$ mm.

Drept criteriu de uzare a cuțitelor se consideră uzarea feței de aşezare a acestora. Valoarea admisă pentru u_a poate fi cuprinsă între 0,3 și 3 mm, în funcție de felul prelucrării, de materialul piesei și al sculei. Variația uzării în funcție de tip (fig. 3.19) prezintă trei zone caracteristice: în zona I uzarea sculei este intensă și se produce într-un timp scurt, în zona a II-a uzarea crește mai încet, dar proporțional cu timpul, iar în zona a III-a se produc uzări foarte intense. Pentru aprecierea duratei de folosire a sculei, se folosesc două criterii: *criteriul de epuizare* și *criteriul de uzare normală*.

Aprecierea durabilității sculei pe baza criteriului epuizării constă în măsurarea în anumite condiții de lucru a timpului pînă la pierderea completă a capacității de folosire a sculei.

Aprecierea durabilității sculei pe baza criteriului de uzare normală constă în măsurarea mărimii uzărilor u_a și u_d admisibile.

Prin durabilitatea sculelor se înțelege timpul efectiv de aşchiere în care, la un anumit regim de aşchiere, tăișul acestora își păstrează capacitatea de lucru continuu. Durabilitatea sculelor depinde de mai mulți factori, printre care: viteza de aşchiere, avansul, adîncimea de aşchiere și materialul sculei și al piesei de prelucrat. Pentru durabilitatea cuțitelor se aleg, de obicei, următoarele valori: 60 min pentru cuțitele de strung, 120 și 240 min pentru cuțitele de strung revolver și 480 min pentru cuțitele de strung automat. Durabilitatea optimă este aceea care permite o durată de lucru continuă cu cît mai mare a cuțitului, la regimuri de aşchiere ridicate, fără epuizarea sculei și care să permită deci un număr suficient de mare de reascuțiri; ea corespunde uzării optime. Uzarea optimă poate fi determinată din reprezentarea logaritmică a durabilității în funcție de uzare [$T=f(u)$].

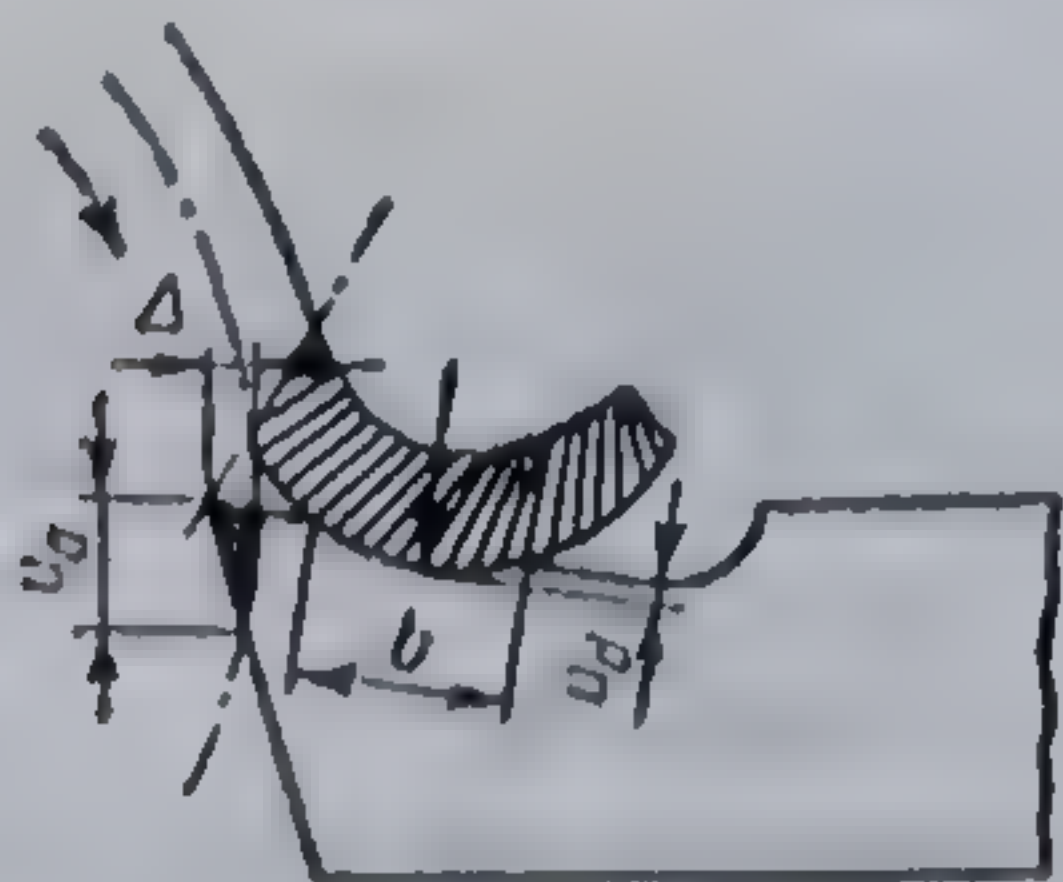


Fig. 3.18. Uzarea cuțitelor.

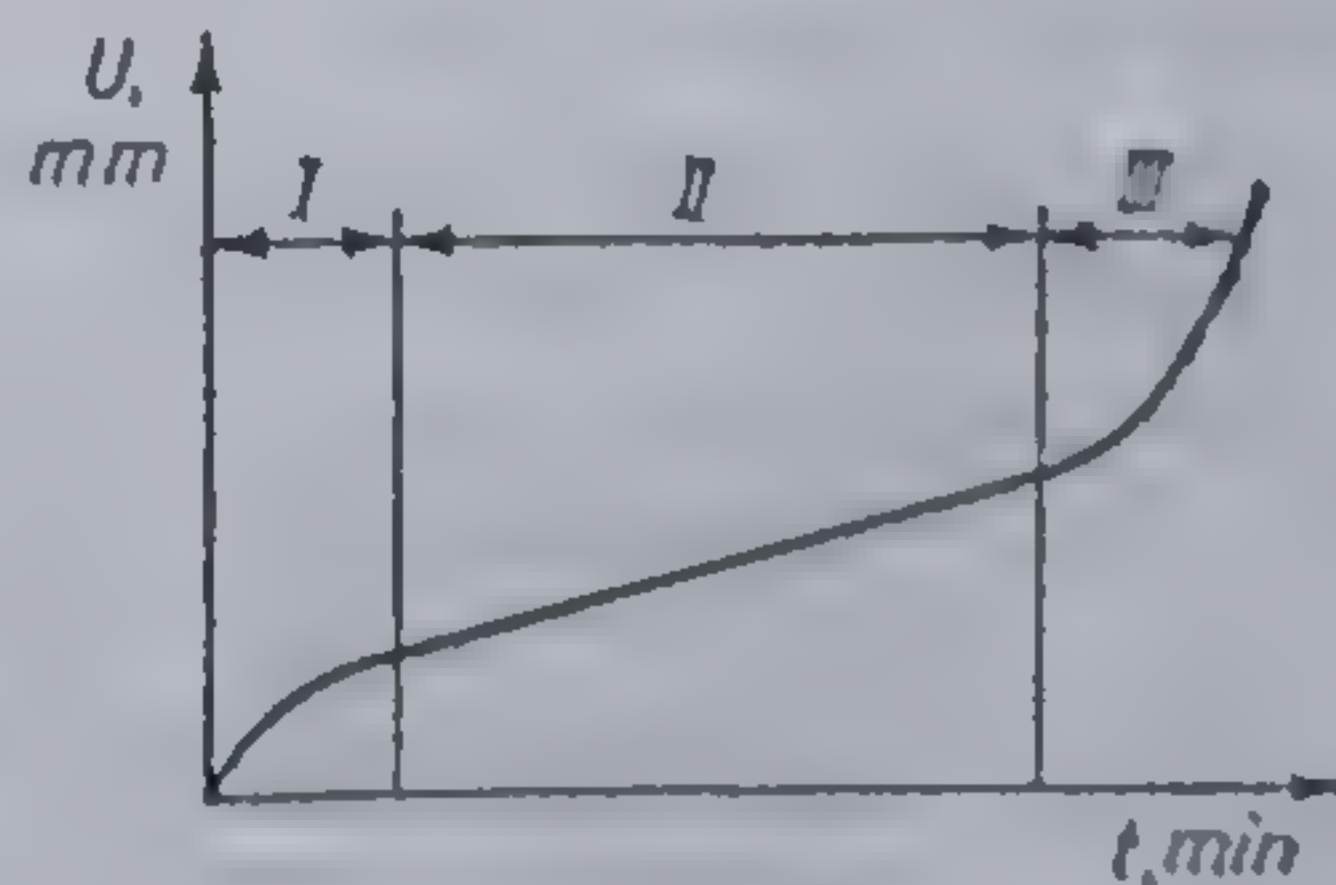


Fig. 3.19. Variația uzării în timpul aşchierii.

7. VITEZA ECONOMICĂ DE AȘCHIERE

Vitezele de așchiere corespunzătoare durabilității economice se numesc *viteze economice de așchiere* și se notează cu v_T (de exemplu pentru $T_{ec}=60$ min se va nota v_{60}). Menținând constante celelalte mărimi care caracterizează procesul de așchiere (avans, adâncime de așchiere, geometria și materialul sculei etc.), legătura dintre viteza principală de așchiere v_p și durabilitatea T se exprimă prin relația:

$$v_p = \frac{C}{T^m} \left[\frac{\text{m}}{\text{min}} \right], \quad (3.17)$$

în care:

C este o constantă care depinde de proprietățile fizice și mecanice ale materialului de prelucrat, de adâncimea de așchiere t , de avansul s etc.;

m — exponentul duratei continue de așchiere.

Asupra vitezei de așchiere influențează și alți factori importanți, printre care, în primul rînd, elementele regimului de așchiere. În cazul strunjirii, de exemplu, expresia vitezei economice va fi:

$$v_T = \frac{C_v}{T^m \cdot t^{x_v} \cdot s^{y_v}} \left[\frac{\text{m}}{\text{min}} \right], \quad (3.18)$$

în care:

v_T este viteza de așchiere economică, calculată astfel încît scula să aibă durabilitatea T_{ec} , exprimată în m/min;

t, s — adâncimea de așchiere și avansul, în mm;

C_v, x_v, y_v — constante determinate experimental.

Deoarece relația 18 este incomodă de aplicat, în practică se folosesc indicațiile date de firma producătoare a sculei, care a determinat experimental cele mai favorabile valori ale regimului de așchiere pentru diferite situații.

8. VIBRAȚIILE ÎN PROCESUL DE AȘCHIERE

Procesele de prelucrare prin așchiere sînt întotdeauna însoțite de vibrații. Odată cu intensificarea proceselor de așchiere prin mărirea vitezelor și a secțiunii de așchie și implicit a energiei în creștere, se amplifică și fenomenele dinamice generatoare de vibrații în așa măsură încît efectele lor nu mai pot fi neglijate.

Consecințele vibrațiilor sînt o serie de fenomene nedorite, printre care: oboseala și uzura prematură a organelor mașinilor-unelte, imprecizia formei și a dimensiunilor piesei prelucrate, neregularități de rugozitate ale suprafețelor prelucrate, accelerarea uzurii sculelor așchietoare (în special a acelor din materiale fragile, ca aliaje dure, materialele ceramice, diamantul), precum și zgomote supărătoare.

Cauzele vibrațiilor sînt multiple. Ele pot fi grupate în două categorii mari: cauze independente de procesul de așchiere și cauze ce depind de procesul de așchiere.

Din prima grupă fac parte:

- vibrațiile provocate de funcționarea altor mașini sau utilaje învecinate recepționate și transmise prin fundația mașinii-unelte;
- vibrațiile datorite construcției și funcționării defectuoase a mașinii însăși și anume: neechilibrării maselor rotative, forțelor de inerție ale organelor cu mișcări alternative, bătailor transmise de orice fel etc.;
- vibrațiile datorate oscilațiilor vitezei de rotație ca urmare a imperfecțiunii angrenajelor;
- vibrațiile datorate rigidității variabile a unor organe ale mașinii.

În grupa vibrațiilor care depind de condițiile de așchiere se vor considera cele provocate de:

- autooscilațiile determinate numai de masa și rigiditatea sistemului mașină-dispozitiv-piesă-sculă;
- oscilațiile forțate, datorate forțelor exterioare, variabile periodic în procesul de așchiere respectiv datorate variațiilor direcției și intensității diferitelor componente ale forțelor de așchiere.

Modificarea valorii forțelor de așchiere care determină și întreține oscilațiile forțate se datorește:

- variației unghiurilor de lucru (γ , α , κ) ale sculei așchietoare în timpul procesului de așchiere, fie din cauza schimbării periodice a poziției relative dintre sculă și piesă ca urmare a unor autooscilații, fie din cauza formării și dispariției periodice a depunerilor pe tăiș;
- variațiilor periodice ale secțiunilor de așchie în timpul procesului de așchiere, fie din cauza neuniformității adaosului de prelucrare, fie din cauza caracterului intermitent al procesului de așchiere;
- variația forțelor de frecare dintre fața de degajare și așchie și dintre fața de așezare și suprafața de așchiere.

În toate cazurile apariția fenomenelor oscilatorii este condiționată de rigiditatea sistemului mașină-dispozitiv-piesă-sculă. În raport cu acesta, pot avea loc vibrații în direcție radială, tangențială, axială (a avansului).

Direcțiile în care vibrațiile se fac mai resimțite sînt acelea în care piesa prinsă în dispozitiv (între vîrfuri etc.) și scula prinsă în sistemul portsculă dat prezintă cea mai mare elasticitate și anume în direcția radială, adică aceea a componentei de respingere P_y (fig. 3.20).

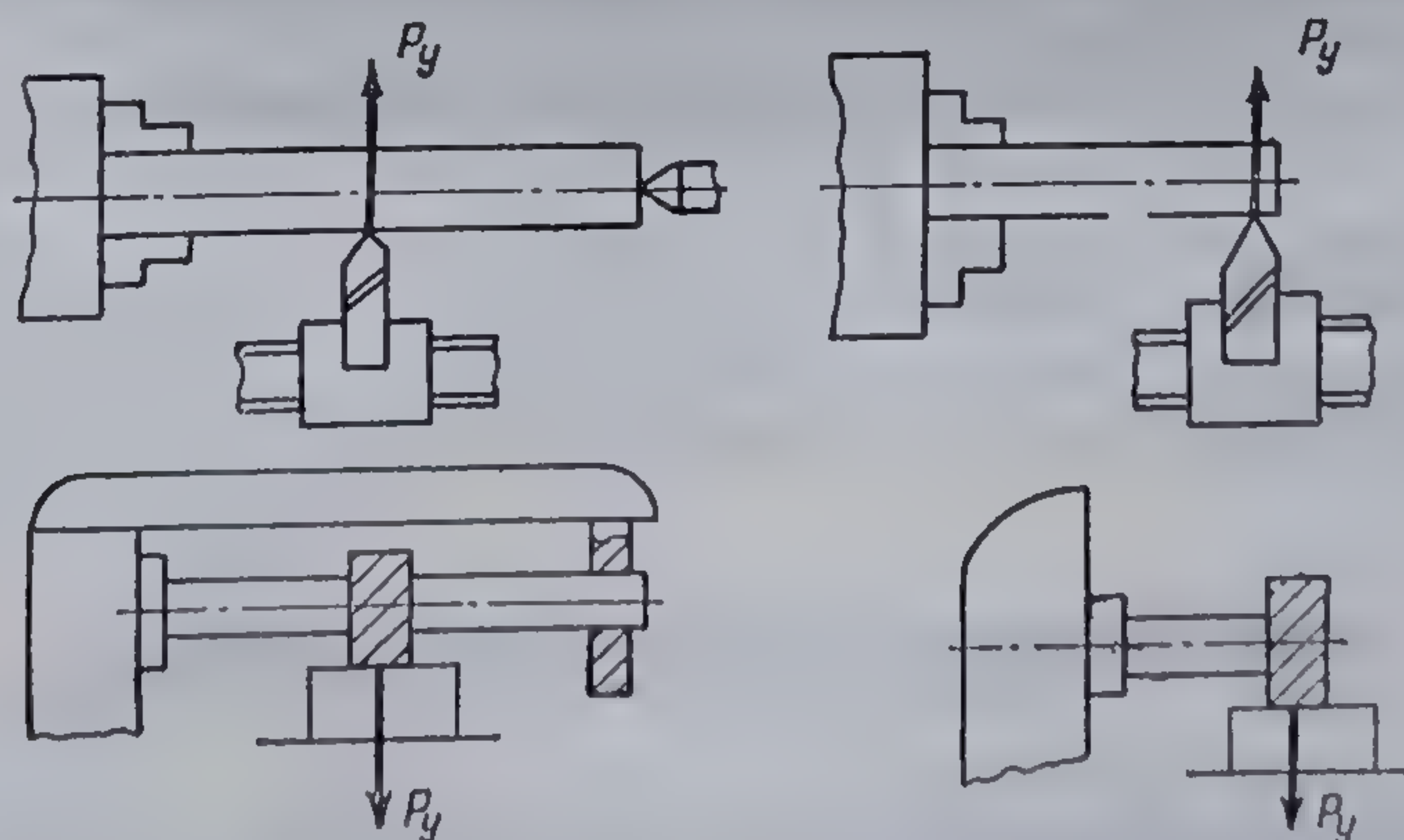


Fig. 3.20. Diferite grade de rigiditate și direcția P_y a oscilațiilor maxime.

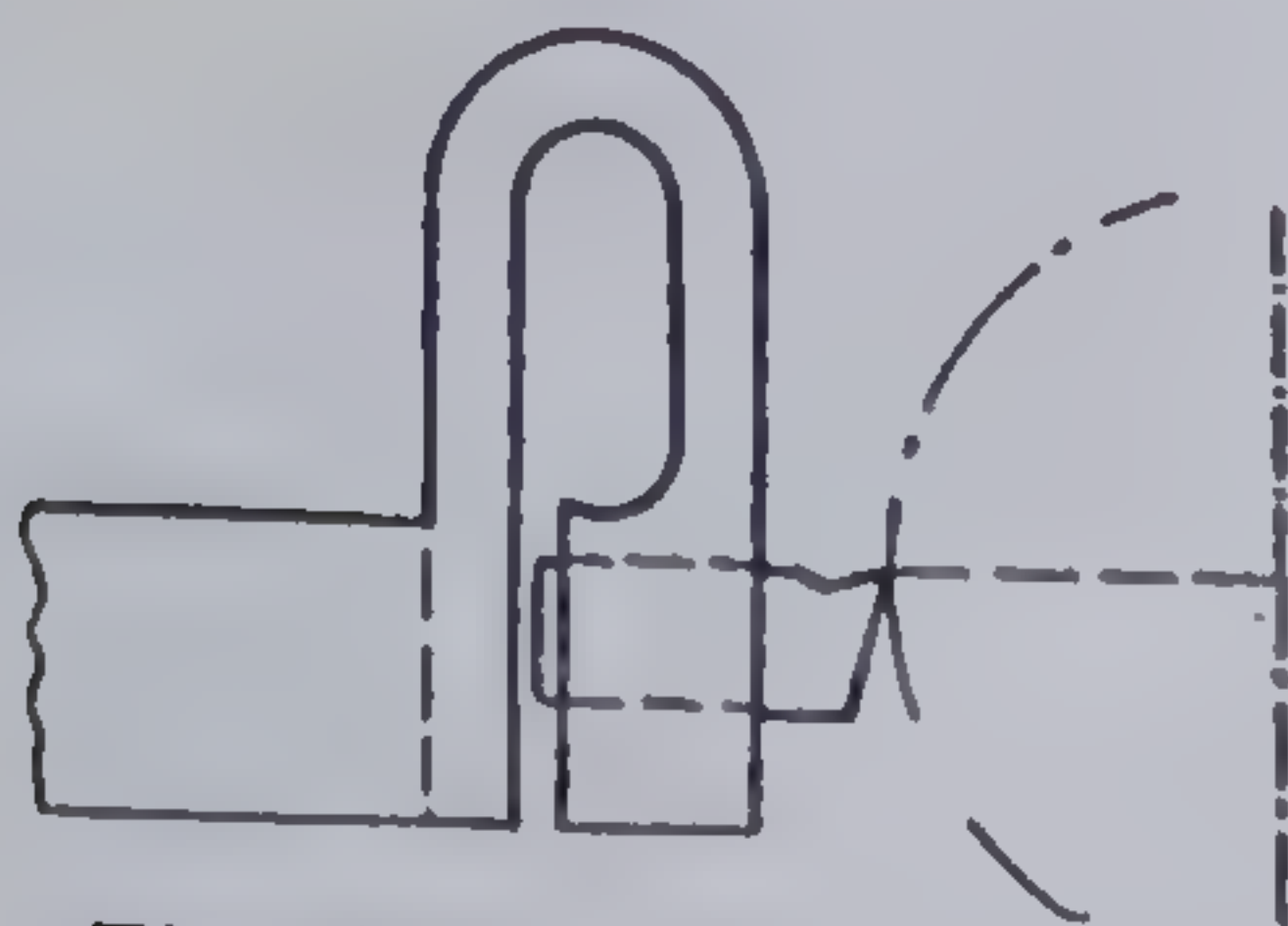


Fig. 3.21. Cuțit arcuit.

Principalii factori care determină creșterea componentei de respingere sînt unghiurile de degajare de așezare și de atac al tăișului, grosimea și lățimea așchiei, precum și viteza de deașchiere.

Unele experiențe arată că existența unei fațete de-a lungul tăișului pe suprafața de așezare și de degajare joacă un rol de amortizor de vibrații.

Dintre componentele regimului de așchiere, viteza de așchiere are influența cea mai importantă asupra vibrațiilor. S-a constatat că în domeniul vitezelor cuprinse între 60 și 120 m/min și mai mari de 170 m/min are loc o atenuare accentuată a vibrațiilor.

Vibrațiile pot fi reduse prin mărirea rezistenței la vibrația sistemului tehnologic, reducerea forțelor excitatoare (forțe centrifuge, micșorarea maselor oscilatorii cu condiția păstrării rigidității constante.

Rigiditatea sistemului tehnologic poate fi mărită prin:

- eliminarea jocurilor din lagăre;
- eliminarea jocurilor dintre piulițe și șuruburi conducătoare;
- eliminarea deformațiilor batiurilor de mașini;
- reglarea jocurilor la suporturi, ghidaje;
- folosirea în construcția batiurilor de mașini a materialelor cu capacitate mare de amortizare (fontă în loc de oțel);
- rigidizarea arborelui principal și a păpușii mobile;
- rigidizarea piesei care se prelucurează etc.

În ceea ce privește alegerea regimului de așchiere, pentru a se evita apariția autovibrațiilor, se recomandă:

- să nu se lucreze cu așchii late și subțiri; se va lucra cu mai multe treceri și cu avans mărit;
- să se lucreze cu unghiurile de atac mari;
- să se lucreze cu unghi de degajare pozitiv;
- raza de rotunjire a cuțitului să fie cît mai mică posibilă;
- cuțitul să se așeze la strunjirea exterioară la nivelul axei vîrfurilor de fixare cu puțin mai sus;
- să se aleagă viteza în afara zonelor în care apar vibrații.

La procedeele tehnologice la care nu se pot elimina vibrațiile prin măsurile menționate mai sus, se vor folosi mijloace speciale pentru reducerea sau eliminarea vibrațiilor. În figura 3.21 este reprezentat un cuțit arcuit, prin care se realizează o reducere a valorii amplitudinii, datorită existenței unui element elastic suplimentar în sistem.

9. RUGOZITATEA SUPRAFEȚELOR PRELUCRATE

Rugozitatea reprezintă ansamblul neregularităților ce formează relieful suprafețelor reale și care sînt definite convențional în limitele unei secțiuni fără abateri de formă.

a. Aspectele rugozității și cauzele ei

Oricât de îngrijită ar fi prelucrarea prin aşchiere, suprafaţa obţinută nu este nicio-dată perfect netedă. Ea se prezintă întotdeauna cu o serie de neregularităţi, uneori vizibile cu ochiul liber, alteori numai cu lupa sau cu microscopul.

Neregularităţile suprafeţei se pot împărţi în două grupe mari.

Din prima grupă fac parte neregularităţile care iau naştere ca urme ale tăişului sculei sau ale traiectoriilor acestora în timpul şi din cauza mişcării de avans.

Din grupa a doua fac parte asperităţile datorate unor fenomene ce însoţesc procesul de formare şi desprindere a aşchiei.

Neregularităţile din grupa a doua se prezintă ca în figura 3.22 sub diferite forme şi anume:

- sub formă de ondulaţii ale suprafeţei prelucrate, în raport cu forma geometrică nominală a suprafeţei;
- sub forma unor mici cratere sau porozităţi dispuse neregulat, rămase în urma smulgerii de mici particule din suprafaţa aşchiată;
- sub formă de fisuri neregulate vizibile uneori şi cu ochiul liber;
- sub formă de particule neregulate de material, foarte dure, asemenea unor scame, pete lucioase sau solzi, înfipite sau lipite prin strivire pe suprafaţa prelucrată.

Formarea acestor patru tipuri de neregularităţi se explică astfel:

— ondulaţiile 1 se datoresc în general oscilaţiilor tăişului în jurul poziţiei sale de reglare, fie în urma unor vibraţii ale sistemului maşină-dispozitiv-piesă-sculă, fie în urma unor deplasări elastice accidentale ale sculei din această poziţie în momentul când tăişul întâlneşte puncte sau mici zone mai dure ale materialului pe care în loc să le taie, le ocoleşte trecând peste ele;

— craterele 2 sau porozităţile se explică prin smulgerile particulelor dure, când legătura lor cu materialul de bază şi rigiditatea sculei şi a piesei înlesnesc aceasta. La prelucrarea fontelor, ele provin prin tăierea sau smulgerea particulelor de grafit nodular aflat frecvent în structura acestora;

— fisurile 3 sînt urme ale fisurilor iniţiale de la rădăcina aşchiei la desprinderea lor prin rupere. Ele se produc mai ales când unghiul de degajare este negativ;

— solzii lucioşi şi duri 4, striviţi şi lipiţi proeminent pe suprafaţa prelucrată, se datoresc depunerilor de pe tăiş.

Rezultă deci că neregularităţile din cea de a doua grupă sînt cauzate mai ales de fenomenele plastice legate de formarea aşchiei şi de formarea depunerilor de pe tăiş.

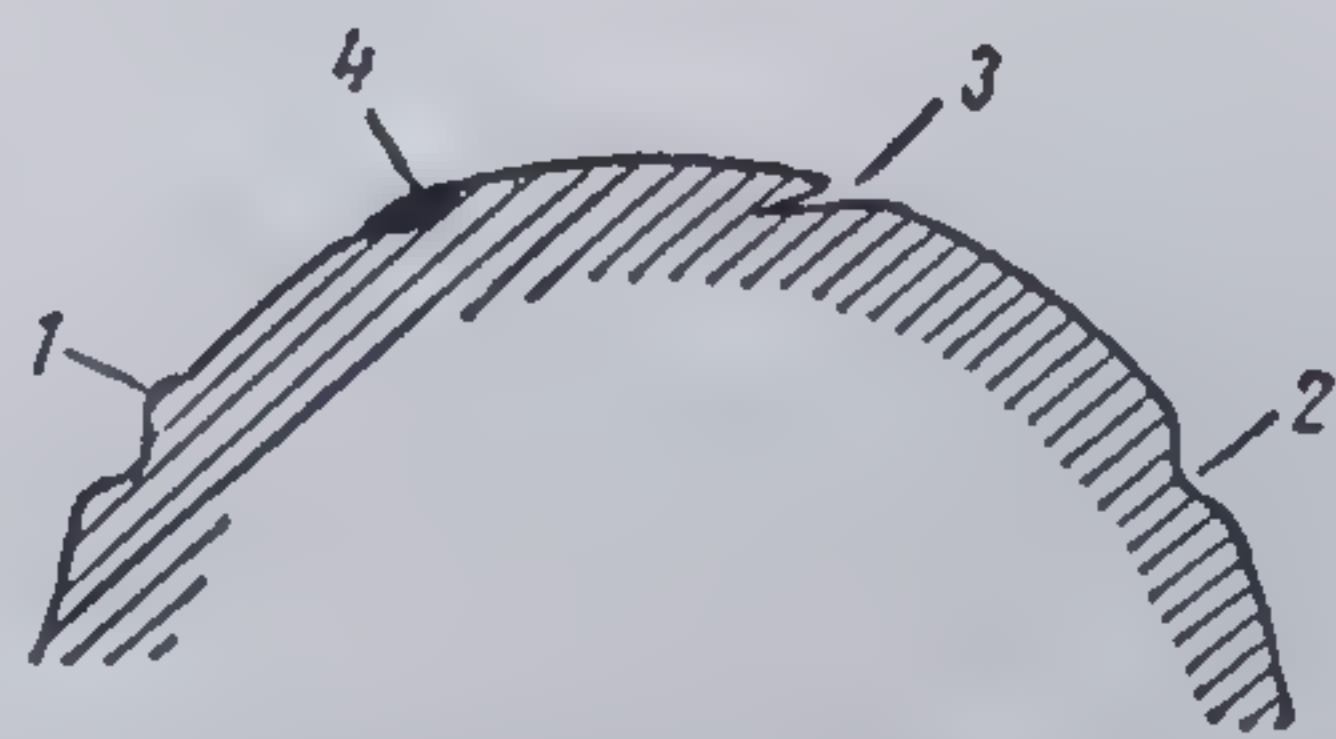


Fig. 3.22. Formele rugozității de ordinul II:

1 — ondulații; 2 — cratere; 3 — fisuri; 4 — solzi de depunere.

b. Influența diferiților factori asupra rugozității

1) *Materialul prelucrat.* Materialele fragile și cele cu formațiuni de cementită grosolană vor prezenta asperități datorate ondulațiilor, smulgerilor și fisurilor. Cele tenace cu conținut mic de carbon, avînd tendință

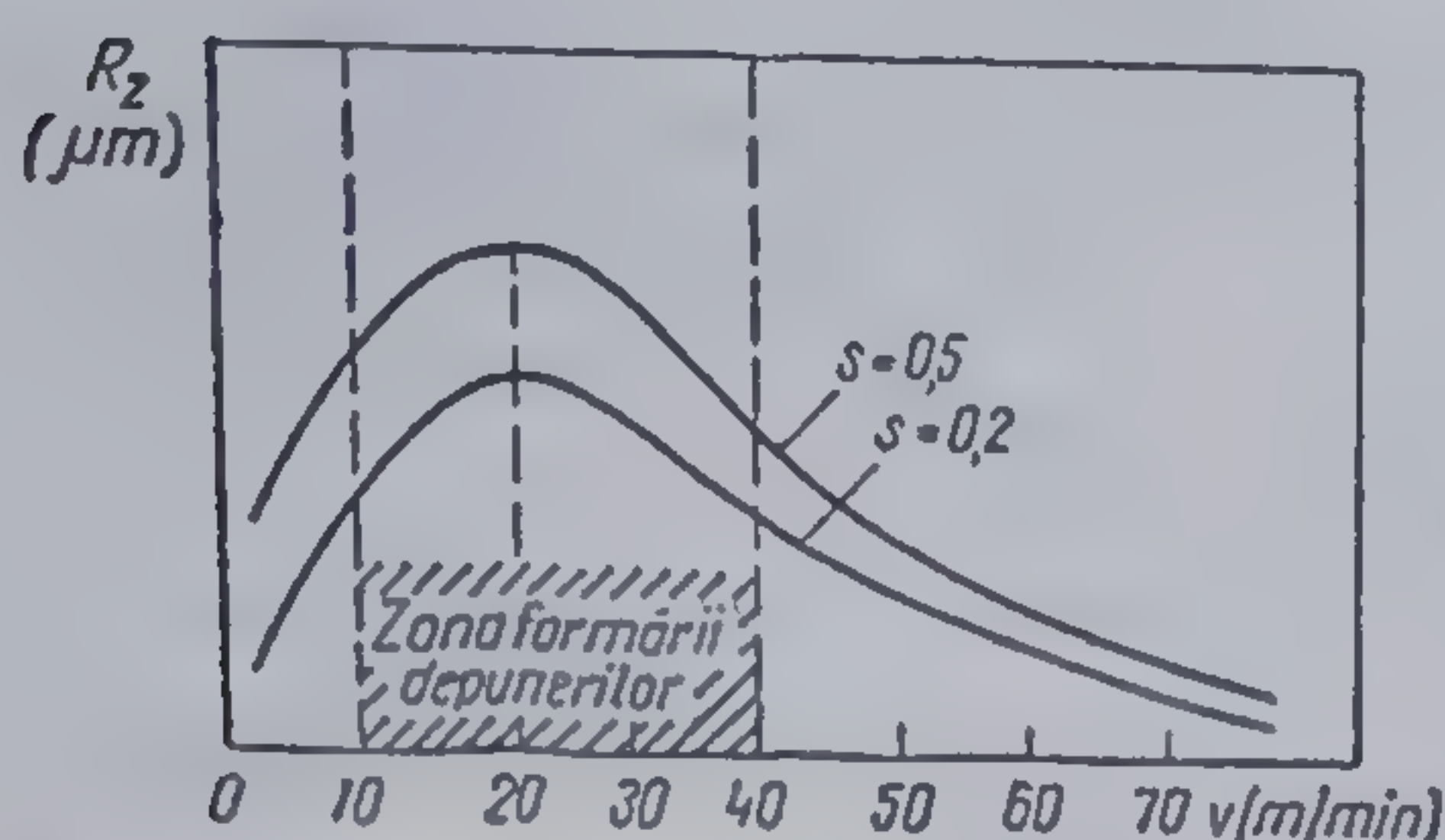


Fig. 3.23. Rugozitatea în funcție de viteza de așchiere.

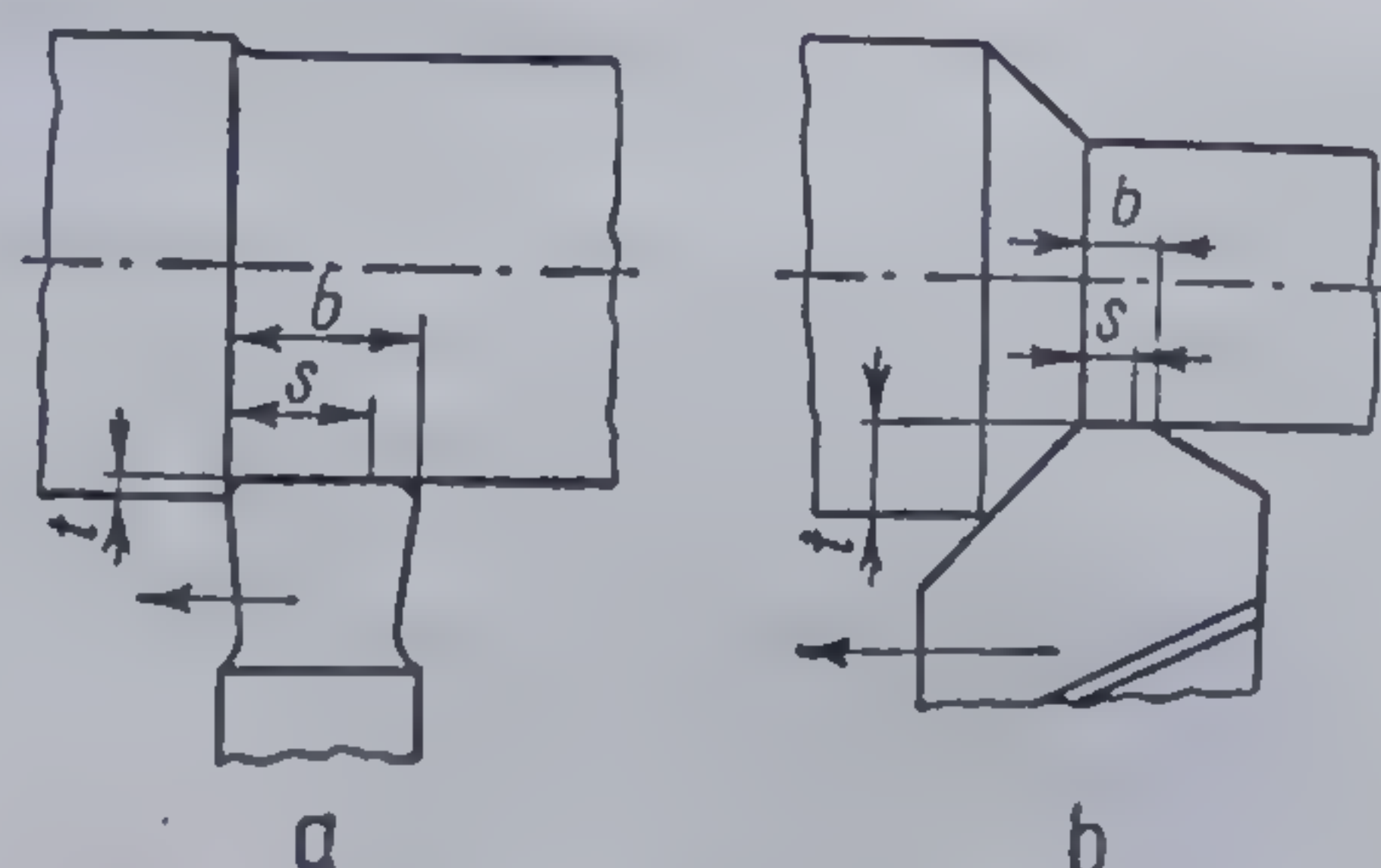


Fig. 3.24. Cuțite late de finisare.

pronunțată la adeziune și de formare a depunerilor pe tăiș vor prezenta rugozități mari în special sub forma solzilor de depunere.

2) *Avansul*. Avansul influențează și asupra rugozității din grupa a II-a, prin intermediul fenomenului de detașare a așchiei. Astfel, la așchiera cu avansuri mari, detașarea se produce prin smulgere, ceea ce lasă pe suprafața așchiată mici neregularități, care dau suprafeței un aspect mat.

Între înălțimea teoretică h a rugozității și avansul s există relațiile:

$$h = \frac{s}{\text{ctg } \alpha + \text{ctg } \alpha_s} \text{ [mm]}, \quad (3.19)$$

în care:

α este unghiul de atac principal;

α_s — unghiul de atac secundar;

iar dacă tăișul sculei are o rază de rotunjire r :

$$h = \frac{s^2}{8r} \text{ [mm]}. \quad (3.20)$$

3) *Viteza de așchiere*. Aceasta se manifestă în special prin intermediul fenomenelor plastice asupra rugozității din grupa a II-a. După cum se știe, la creșterea vitezei gradul de deformare plastică se reduce și cu aceasta se reduc și asperitățile de origine plastică. Din figura 3.23, care indică modul de variație a rugozității în funcție de viteză, rezultă că rugozitatea este maximă în zona formării depunerilor pe tăiș.

4) *Parametrii geometrici ai tăișului*. Dacă unghiul de atac secundar α_s capătă valoarea zero (tăișul secundar-netezitor fiind paralel cu direcția avansului), înălțimea rugozității se reduce la zero. Aceasta își găsește aplicarea în construcția și utilizarea cuțitelor late de finisare (fig. 3.24).

Cuțitul lat (fig. 3.24, a) se pretează numai la treceri de finisare pură cu adaos de finisare foarte mic, pe când cuțitul (fig. 3.24, b) poate executa în același timp și trecerea de degroșare. Condiția ca ele să execute o netezime perfectă, fără urme de scule, este ca lungimea b a tăișului secundar să fie mai mare ca avansul cu care se lucrează ($b > s + 0,6$). Trebuie observat însă că lungimea relativ mare a tăișului secundar provoacă o creștere apreciable a forțelor de respingere P_y și tendința de apariție a vibrațiilor.

Relația 3.20 arată că rugozitatea scade cu creșterea razei de rotunjire a vârfului tăișului. Dacă raza crește la infinit se ajunge la un tăiș rectiliniu identic cu cel al cuțitelor late de finisare, iar rugozitatea se reduce la zero.

Influența unghiului de degajare se manifestă astfel: pentru unghiuri mici și negative înălțimea rugozității crește ca urmare a tendinței de desprindere a așchiei prin smulgere și, ca atare, a apariției fisurilor și craterelor de smulgere. La unghiuri pronunțat negative, însoțite de creșterea razei de bontire a muchiei, rugozitatea se mărește și mai mult.

10. STABILIREA CONDIȚIILOR OPTIME DE AȘCHIERE

Prin stabilirea condițiilor optime de așchiere se înțelege stabilirea acelor valori ale tuturor parametrilor procesului de așchiere care duc la desfășurarea optimă a acestuia într-o anumită operație de prelucrare a unui material dat și printr-un procedeu dat. Problema se reduce la stabilirea geometriei optime a tăișului sculei, adică a valorilor optime ale unghiurilor sale active (α , γ , κ , λ) și la stabilirea regimului optim de lucru, adică a valorilor optime ale parametrilor: adâncimea de așchiere t , avansul s și viteza principală de așchiere v_p .

Se consideră ca geometrie optimă a tăișului acea formă a fețelor și acele valori ale unghiurilor sale active și constructive care îndeplinesc următoarele condiții:

- să permită așchieria cu forțe minime;
- să ducă la o viteză de uzură minimă și deci la o durabilitate efectivă maximă;
- să asigure prelucrarea suprafeței cu rugozitatea prescrisă sau necesară, de la caz la caz;
- să reducă la minimum vibrațiile în procesul de așchiere;
- să permită dirijarea și înfășurarea sau fărâmițarea așchiei în raport cu unele necesități concrete ale operației;
- să fie simple și ieftine și reascuțirea sculei să nu necesite utilaje și procedee complicate și scumpe.

Regimul optim de așchiere este reprezentat de acele valori ale factorilor t , s și v_p care satisfac simultan următoarele condiții:

- să asigure productivitatea maximă și costul minim al operației (pe cât se poate în mod simultan);
- să asigure calitatea necesară (prescrisă) a suprafeței prelucrate;
- să asigure folosirea rațională a utilajului, adică, pe de o parte, utilizarea întregii capacități a acestuia, dar, pe de altă parte, utilizarea lui în limitele solicitărilor admise pentru prevenirea deteriorării și uzurii sale premature.

VERIFICAREA CUNOȘTINȚELOR

1. Să se arate și să se definească mișcările necesare realizării procesului de așchiere.
2. Să se arate și să se definească elementele geometrice ale sculei așchietoare (fețe, muchii și unghiuri).
3. Să se menționeze tipurile de așchii, factorii de care depinde forma lor și măsurile de protecție a muncii la prelucrarea prin așchiere, impuse de fiecare tip de așchie.

4. Să se arate factorii de care depind forțele de așchiere, modul în care acestea acționează asupra sistemului tehnologic și necesitatea cunoașterii valorilor acestor forțe.
5. Cum trebuie să se aleagă elementele regimului de așchiere și geometria sculei pentru ca temperatura tăișului acesteia să aibă valori cât mai reduse?
6. Ce este durabilitatea sculei, de cine depinde și cum trebuie să se acționeze pentru creșterea ei?
7. Să se arate cauzele și consecințele producerii vibrațiilor în procesul de așchiere și măsurile de atenuare a acestora.
8. Să se precizeze cum este influențată rugozitatea suprafețelor pieselor prelucrate de către caracteristicile materialului, de elementele regimului de așchiere și de parametri geometrici ai tăișului sculei.

CAPITOLUL 4

ALEGEREA SEMIFABRICATELOR PENTRU PIESE DE MAȘINI. ADAOSURI DE PRELUCRARE

Procedeul tehnologic folosit la obținerea semifabricatului este determinat de o serie de factori, dintre care se menționează: proprietățile materialului din care se elaborează, dimensiunile și forma piesei, volumul producției. De procedeul tehnologic folosit, la elaborare depinde: forma și dimensiunile semifabricatului, măsura în care acesta va avea forma apropiată de cea a piesei finite, mărimea adaosurilor de prelucrare, prelucrabilitatea etc.

La alegerea procedului de elaborare a semifabricatelor trebuie să se țină seama de economicitatea procedului, luându-se în considerare și costul prelucrărilor mecanice. Un alt factor important la stabilirea procedului este volumul producției. Cu cât numărul de piese este mai mare, cheltuielile ce revin pe bucată necesare pentru elaborarea semifabricatelor vor fi mai mici. Pentru producția în masă sau în serie mare, se vor alege procedee prin care să se obțină semifabricate cu adaosuri de prelucrare mici.

Dintre toate procedeele posibile se va alege acelea al cărui cost de execuție a piesei să fie cel mai mic.

1. PROCEDEE DE ELABORARE A SEMIFABRICATELOR

În construcția de mașini se folosesc următoarele procedee de elaborare a semifabricatelor:

- turnarea (la piesele din fontă, oțel și neferoase);
- forjarea (la piesele din oțel și metale neferoase);
- laminarea (la piesele din oțel și metale neferoase);
- tragerea (la piesele din oțel și metale neferoase);
- extrudarea (la piesele din oțel și neferoase);
- presarea și sinterizarea (la piesele executate din pulberi metalice);
- ștanțarea și matrițarea la rece (la piesele din tablă din oțel și neferoase);
- sudarea;
- turnarea și presarea din materiale plastice.

Cînd semifabricatele sînt laminate, extrudate sau trase, tăierea la dimensiunile necesare procesului tehnologic se execută cu ajutorul mașinilor de debitat, cu flacără oxiacetilenică, cu plasmă etc.

a. Procedee de elaborare a semifabricatelor prin turnare

Semifabricatele turnate se pot obține prin diferite procedee de turnare: turnarea în forme de nisip, turnarea în forme metalice, turnarea în forme cu modele fuzibile sau coji, turnarea centrifugă, turnarea sub presiune.

1) *Turnarea în forme de nisip* se execută folosindu-se formarea manuală sau mecanică cu modele de lemn sau metalice. Semifabricatele obținute prin formarea manuală cu modele de lemn sînt mai puțin precise și au un adaos de prelucrare mare. Piesele nu se pot prelucra în dispozitive, necesitînd operația de trasaj, ceea ce face să crească durata de prelucrare și timpul auxiliar. Folosirea modelelor metalice permite obținerea unor semifabricate mai precise.

Deoarece la formarea manuală volumul de muncă este foarte mare (de circa 10 ori față de formarea mecanică), se recomandă să se folosească formarea mecanizată chiar și la piese de serie mică, deoarece formarea mecanizată se poate adapta cu ușurință la diferite formări.

2) *Turnarea în forme metalice* se utilizează la metalele și aliajele care au temperatura de topire sub $1\,000^{\circ}\text{C}$. Față de turnarea în nisip, turnarea în forme metalice prezintă avantajele: densitatea și calitatea suprafețelor sînt mai bune, precizia mai ridicată, productivitatea mai mare etc. Folosindu-se metode productive de executare a formelor, procedeul devine rentabil, chiar și la un număr de piese mai mic (sub 300 buc).

3) *Turnarea în forme coji* prezintă avantajul că reduce de circa 10 ori consumul de nisip și crește productivitatea. Prin acest procedeu, se pot turna piese pînă la 100 kg, din fontă cenușie, fontă nodulară, oțel, aliaje de aluminiu, cupru. Turnarea în coji asigură obținerea unor semifabricate cu pereți subțiri (3—5 mm) și cu precizii de 0,2—0,4 mm la o sută de milimetri.

4) *Turnarea cu modele fuzibile* asigură realizarea unor semifabricate cu precizie mare și piese cu pereți subțiri (de 0,5 mm), reducîndu-se în acest mod greutatea semifabricatelor și în bună parte prelucrarea mecanică. Prin acest procedeu se pot turna piese din orice aliaje și piese cu forme complicate.

5) *Turnarea sub presiune* permite obținerea unor semifabricate cu precizie de 0,02—0,04 mm, prelucrările ulterioare reducîndu-se cu 80—90%. Procedeul se poate folosi la turnarea aliajelor cu temperatură de topire de pînă la $1\,000^{\circ}\text{C}$ (aliaje din Zn, Al, Cu, Mg), din cauza durabilității scăzute a formelor metalice din aliaje refractare. Utilajul folosit la turnarea sub presiune permite ca acesta să fie încadrat în procesul tehnologic în flux, chiar în linie cu mașinile-unelte.

Abaterile limită la dimensiunile nominale și adaosurile de prelucrare a pieselor turnate sînt stabilite prin standarde, în funcție de masa nominală a piesei turnate și de încadrarea în clasele de precizie. Pentru piesele turnate din fontă, aceste abateri limită și adaosuri de prelucrare sînt reglementate prin STAS 1592/1-74, pentru piesele turnate din oțel, prin STAS 1592/2-74, iar pentru piesele turnate din metale și aliaje neferoase prin STAS 6287-67.

b. Procedee de elaborare a semifabricatelor prin forjare, matrițare și extrudare

Forjarea liberă se aplică la executarea pieselor în producția de unicate și de serie mică. Forma semifabricatului este mult diferită de cea a piesei finite, adaosul de prelucrare este foarte mare, pierzându-se prin așchiere pînă la 70% din metal. Procedul este folosit și la executarea pieselor mari, care pot ajunge pînă la 200 t.

Forjarea în matriță este un procedeu mai avansat decît forjarea liberă, deoarece semifabricatul are forma mai apropiată de aceea a piesei finite, realizîndu-se astfel, economie de material și de volum de muncă la prelucrarea mecanică. Se reduce ciclul de producție.

Adaosurile de prelucrare și abaterile limită pentru piesele din oțel forjate liber sînt stabilite prin STAS 2171-64.

Matrițarea se poate executa cu ajutorul ciocanelor și al preselor. La presele de matrițat, deoarece prelucrarea se execută lin, fără a se provoca dezaxări, se obțin semifabricate identice pentru întregul lot și se admit adaosuri minime de prelucrare. În același timp, se asigură o durabilitate mai mare a matrițelor și se pot executa matrițe mai complexe.

Adaosurile de prelucrare și abaterile limită pentru piesele din oțel matrițate sînt stabilite prin STAS 7670-66.

Extrudarea se realizează prin exercitarea unei presiuni ridicate asupra metalului aflat într-un spațiu închis, obligîndu-l să treacă printr-un orificiu cu o formă identică cu profilul semifabricatului de obținut. Prin acest procedeu se obține o gamă variată de profile.

c. Procedee de obținere a semifabricatelor prin sudare

Obținerea semifabricatelor prin sudare are un rol tot mai important în construcția de mașini. Prin folosirea acestor procedee se realizează o reducere a greutateii mașinilor, se reduce consumul de metal, se micșorează volumul de muncă. Procedul are o eficacitate mare, mai ales la construcția mașinilor mari. Procedeele moderne de sudare permit sudarea precisă, uneori fără a mai fi nevoie de o prelucrare mecanică ulterioară.

d. Semifabricate din materiale plastice

Semifabricatele din materiale plastice sînt din ce în ce mai mult folosite în construcția de mașini. Acestea pot înlocui o serie de piese executate obișnuit din materiale metalice. Din materiale plastice se execută roți dințate, cuzineți, bucșe, capace etc.

Cele mai multe semifabricate din materiale plastice se elaborează prin presare. Uneori, pentru mărirea rezistenței și rigidității pieselor, se aplică armături metalice.

La semifabricatele din materiale plastice obținute prin presare, prelucrarea mecanică este aproape complet eliminată. Nu se recomandă executarea pieselor din bare sau plăci, deoarece rezultatele nu sînt satisfăcătoare.

2. DETERMINAREA ADAOSURILOR DE PRELUCRARE

În procesul tehnologic de executare a unei piese, după operația de obținere a semifabricatului, urmează și alte operații tehnologice, cum sînt: strunjirea, frezarea, rectificarea etc., după specificul piesei. La fiecare din aceste operații se îndepărtează de pe semifabricat un strat mai gros sau mai subțire de material, în funcție de operația care se execută. Aceste straturi de material îndepărtate prin operațiile de așchiere se numesc *adaosuri de prelucrare*. Adaosul de prelucrare este diferența între dimensiunea semifabricatului și dimensiunea piesei finite.

Adaosurile de prelucrare trebuie judicios alese, deoarece stabilirea unor adaosuri prea mari necesită un număr mare de operații de prelucrare, măresc consumul de metal, de energie electrică și de scule așchietoare, și, prin urmare, duc la mărirea costului piesei. Stabilirea unor adaosuri de prelucrare prea mici nu asigură îndepărtarea prin așchiere a defectelor situate în straturile superficiale ale metalului și, deci, nu pot fi obținute precizia și calitatea necesare a suprafețelor, ceea ce duce la mărirea numărului pieselor rebutate.

Din aceste constatări, rezultă deosebita importanță tehnico-economică a stabilirii mărimii optime a adaosurilor de prelucrare. Se deosebesc adaosuri de prelucrare intermediare și adaosuri de prelucrare totale.

Adaosul de prelucrare intermediar este stratul de metal necesar pentru executarea unei operații de prelucrare. Acest adaos se determină prin diferența dimensiunilor obținute la două faze consecutive de prelucrare, pentru suprafața considerată. Pentru suprafețe exterioare (fig. 4.1), adaosul de prelucrare a_p este dat de relația: $a_p = a - b$; iar pentru cele interioare de relația: $a_p = b - a$;

a este dimensiunea obținută la faza de prelucrare precedentă;
 b — dimensiunea obținută la faza de prelucrare considerată.

Adaosul total de prelucrare (fig. 4.2) este stratul de metal necesar pentru executarea tuturor operațiilor de prelucrare la suprafața considerată. Acest adaos se determină prin diferența dimensiunilor semifabricatului și piesei finite. Adaosul total de prelucrare a_t este suma adaosurilor de prelucrare intermediare a_{pi} :

$$a_t = a_{p1} + a_{p2} + \dots + a_{pn}, \quad (4.1)$$

unde n este numărul de treceri tehnologice sau de operații.

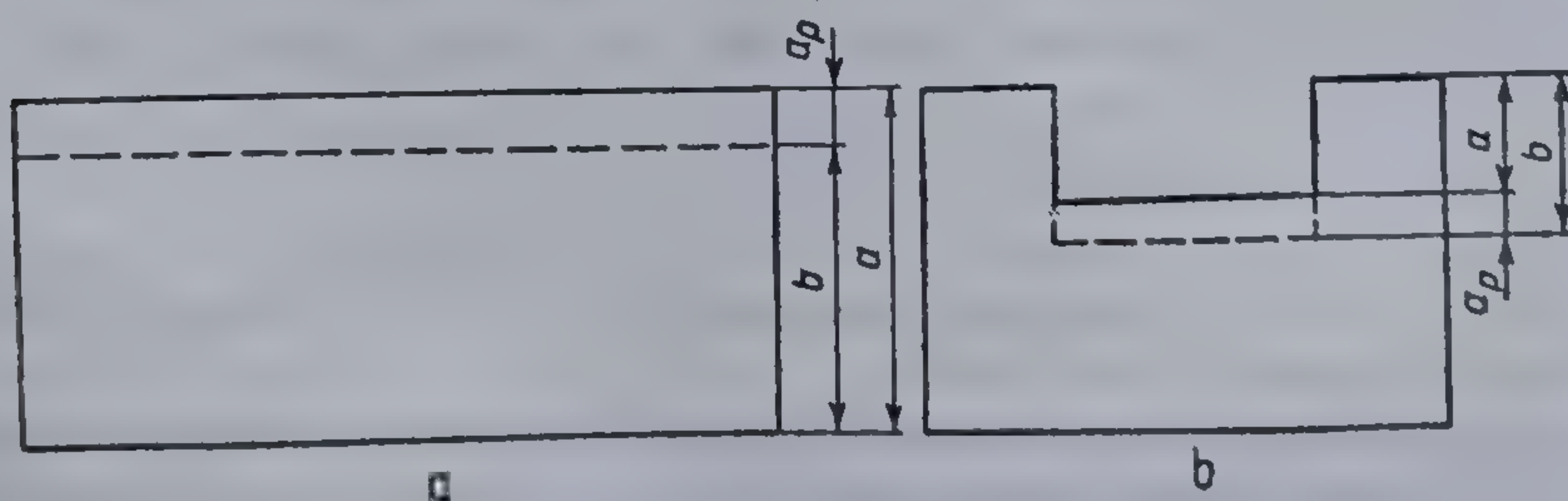


Fig. 4.1. Adaosuri de prelucrare:
 a — pentru suprafața exterioară; b — suprafața interioară.

După modul de așezare, adaosurile pot fi: simetrice sau asimetrice.

Adaosurile simetrice sînt cele prevăzute la prelucrarea suprafețelor exterioare și interioare de revoluție și la prelucrarea în paralele a suprafețelor opuse:

$$a_p = \frac{d_a - d_b}{2} \quad (4.2)$$

sau

$$\left. \begin{aligned} 2 a_p &= d_a - d_b \\ 2 a_p &= l_a - l_b \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} \text{pentru suprafețe} \\ \text{exterioare} \end{array} \quad (4.3)$$

$$\left. \begin{aligned} 2 a_p &= d_b - d_a \\ 2 a_p &= l_b - l_a \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} \text{pentru suprafețe} \\ \text{interioare,} \end{array} \quad (4.4)$$

în care:

- $2 a_p$ reprezintă adaosul la diametru sau pe ambele părți, la prelucrarea suprafețelor plane opuse;
- d_a, d_b — diametrele la prelucrarea precedentă, respectiv considerată;
- l_a, l_b — dimensiunea între suprafețele plane opuse, la prelucrarea precedentă, respectiv considerată.

Adaosurile asimetrice au mărimi diferite pentru suprafețele opuse, a căror prelucrare se execută în faze diferite.

Adaosurile de prelucrare se pot determina statistic și analitic.

În construcția de mașini este mult răspîdită metoda experimental-statistică de determinare a adaosurilor de prelucrare. Prin această metodă se determină adaosul de prelucrare total, pentru întregul proces de prelucrare mecanică, fără a se calcula mărimea adaosurilor după elementele lor componente. Această determinare se face pe baza datelor experimentale asupra adaosurilor de prelucrare, cu care s-a făcut prelucrarea unor piese similare. Metoda experimental-statistică de determinare a adaosurilor de prelucrare nu ține seama de factorii care influențează valoarea acestei mărimi.

Metoda analitică de determinare a adaosurilor de prelucrare se bazează pe analiza factorilor care influențează mărimea adaosului. Acești factori sînt:

- adîncimea stratului superficial cu defecte;
- adîncimea și felul denivelărilor din stratul superficial al semifabricatului, care este în funcție de metoda de obținere a semifabricatului; dacă semifabricatul este turnat, calitatea turnării este legată direct de procedeul de formare, de calitatea și construcția modelelor etc. Dacă semifabricatul este forjat liber, denivelările sînt mai adînci și mai numeroase decît în cazul matrițării, iar adîncimea stratului decarburat este în strînsă legătură cu temperatura de încălzire, cu numărul de încălziri etc. Stratul superficial al semifabricatelor laminate prezintă defecte locale, a căror adîncime trebuie luată în considerare la stabilirea adaosului de prelucrare;

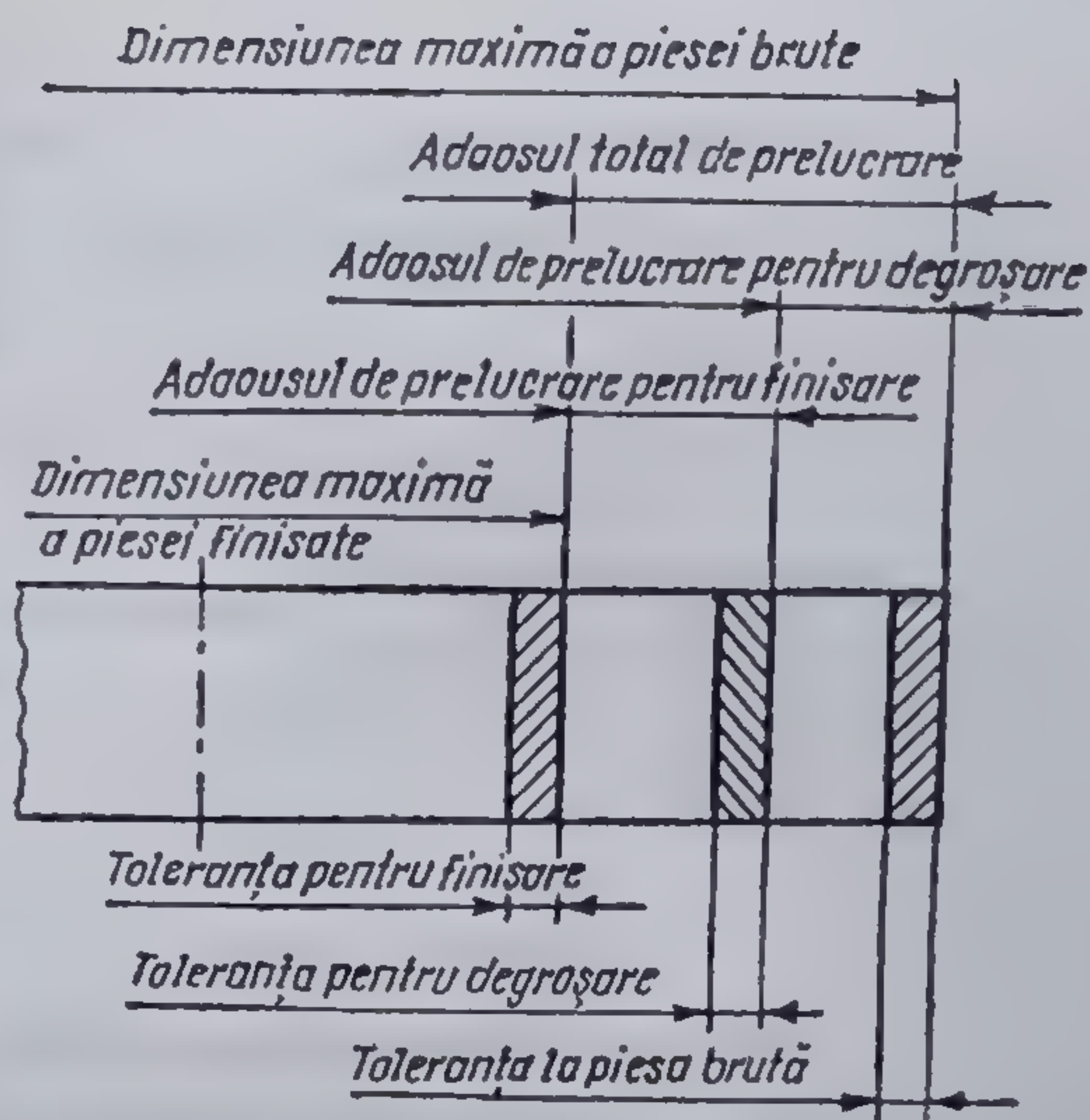


Fig. 4.2. Adaosurile de prelucrare și toleranțele pe operații.

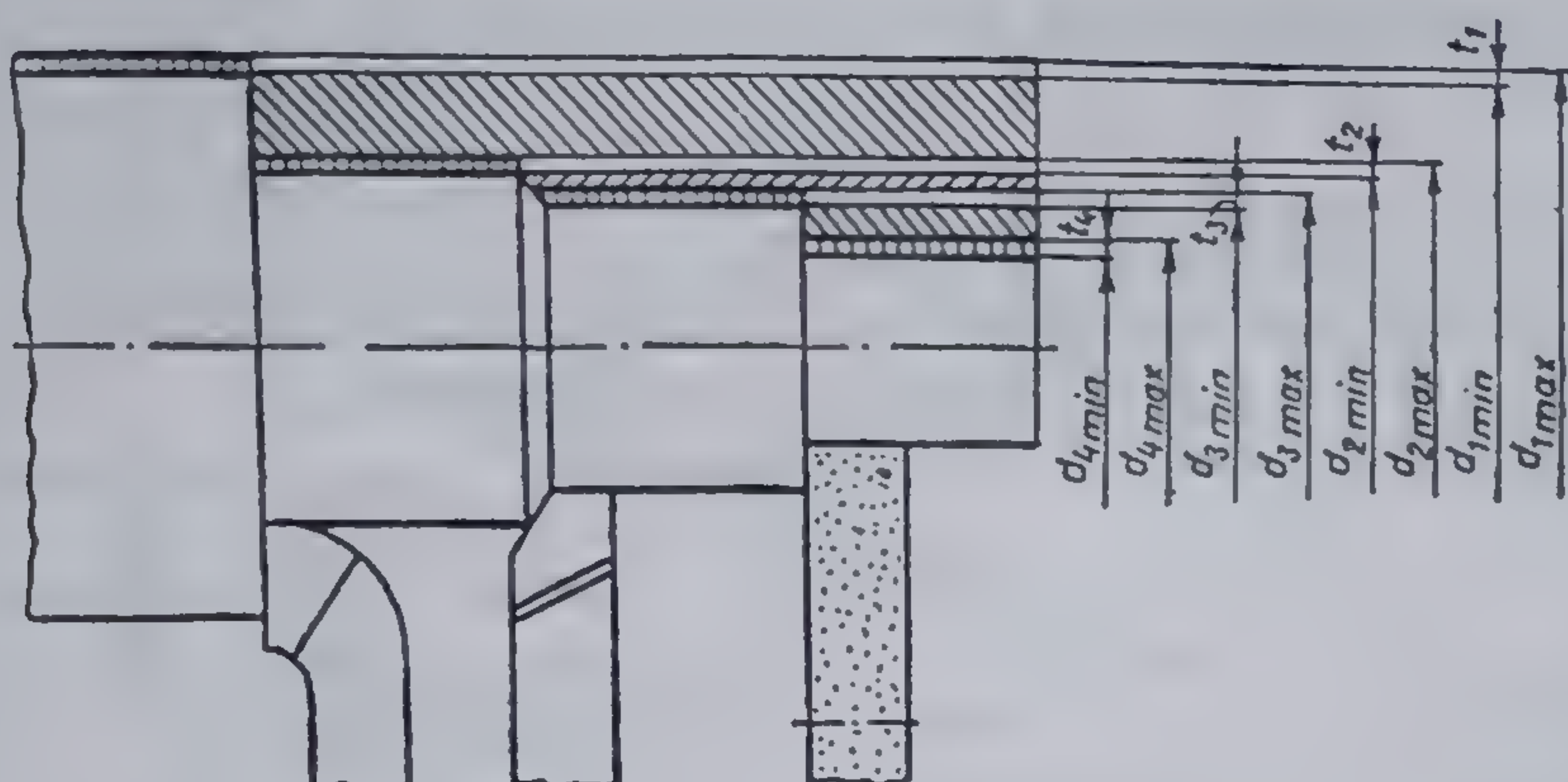


Fig. 4.3. Schema pentru stabilirea dimensiunilor pe operații.

— abaterile privind forma și dimensiunile semifabricatului, cum sînt deformarea axelor, ovalitatea, conicitatea etc., sînt erori provenite din prelucrările precedente. Ele trebuie îndepărtate în cadrul prelucrărilor ulterioare și mărimea lor trebuie inclusă în adaosul de prelucrare;

— condițiile tehnice de executare a sculei care se referă la felul și caracteristicile materialului, toleranțele de execuție, rugozitatea suprafețelor, tratamentul termic etc.

Stabilirea dimensiunilor pe operații. Un proces tehnologic complet trebuie să cuprindă și calculul dimensiunilor succesive ale semifabricatului pe faze de prelucrare. Aceasta ajută în primul rînd la stabilirea unui regim optim de prelucrare și în al doilea rînd la o normare corectă a lucrărilor. Dimensiunile semifabricatului se stabilesc pe faze pornindu-se de la dimensiunea piesei finite. Ca exemplu, se va lua o piesă cilindrică asupra căreia se execută o strunjire de degroșare, o strunjire de finisare și o rectificare (fig. 4.3).

După strunjirea de finisare cotele piesei sînt:

$$d_{3min} = d_{4max} + a_{p3} \quad (4.5)$$

(a_{p3} fiind adaosul de prelucrare pentru operația de rectificare) și respectiv

$$d_{3max} = d_{3min} + t_3 \quad (4.6)$$

(t_3 fiind toleranța pentru strunjirea de finisare).

După strunjirea de degroșare, cotele piesei vor fi:

$$d_{2min} = d_{3max} + a_{p2} \quad (4.7)$$

(a_{p2} fiind adaosul de prelucrare pentru strunjirea de finisare) și respectiv:

$$d_{2max} = d_{2min} + t_2 \quad (4.8)$$

(t_2 fiind toleranța pentru strunjirea de degroșare).

Diametrul piesei brute este dat de următoarele relații:

$$\begin{aligned} d_{1min} &= d_{2max} + a_{p1} \\ d_{1max} &= d_{1min} + t_1, \end{aligned} \quad (4.9)$$

în care:

a_{p1} este adaosul de prelucrare pentru strunjirea de degroșare;

t_1 — toleranța pentru strunjirea de degroșare la diametrul D .

Deci, adaosul de prelucrare total va fi:

$$a_{pt} = a_{p1} + a_{p2} + a_{p3} \quad (4.10)$$

În practică, pentru mai multă operativitate, mărimea adaosurilor de prelucrare se alege din normativele întreprinderii sau din standardele de stat. Până în prezent s-au standardizat: adaosuri de prelucrare pentru rectificarea suprafețelor cilindrice exterioare — STAS 7095-76; adaosuri de prelucrare pentru rectificarea suprafețelor cilindrice interioare — STAS 7096-76 și adaosuri de prelucrare pentru rectificarea suprafețelor plane — STAS 7097-76.

VERIFICAREA CUNOȘTINȚELOR

1. Să se indice care sînt factorii de care trebuie să se țină seama la alegerea procesului de obținere a semifabricatelor.
2. Să se indice care sînt procedeele de obținere a semifabricatelor și să se scoată în evidență particularitățile fiecărui procedeu în parte.
3. Să se aleagă și să se justifice procedeul economic de obținere a semifabricatului unei biele, în cazul producției în serie mare, avîndu-se în vedere că piesa este supusă la solicitări variabile și prin șoc.
4. Să se indice factorii și modul în care aceștia influențează mărimea adaosului de prelucrare.
5. În analogie cu exemplul piesei cilindrice din figura 4.3 pentru care s-a arătat modul cum se determină dimensiunile pe operații, să se stabilească analitic, pe faze și operații, dimensiunile semifabricatului la executarea unei suprafețe plane care comportă frezare de degroșare, frezare de finisare și rectificare.

CAPITOLUL 5

DESTINAȚIA ȘI CARACTERISTICILE DISPOZITIVELOR ÎN CONSTRUCȚIA DE MAȘINI

Dispozitivele se definesc în general ca fiind componente auxiliare ale unor sisteme tehnice, constituind o unitate, din punct de vedere funcțional, alcătuită din elemente cel puțin în parte solide, ale căror legături le permit o mobilitate limitată și care rămân în serviciu în repaus limitat.

Dispozitivele au apărut ca o necesitate a orientării pieselor de prelucrat în poziții corespunzătoare față de sculele așchietoare, a fixării pieselor în pozițiile optime pentru asamblare și verificare, iar construcția lor a evoluat în măsura producerii bunurilor materiale în serie mare și în masă.

1. LOCUL ȘI ROLUL DISPOZITIVELOR ÎN OPERAȚIILE DE PRELUCRARE PE MAȘINI-UNELTE DE ASAMBLARE ȘI DE CONTROL

Echiparea mașinilor-unelte și dotarea atelierelor de asamblare și montaj și a compartimentelor de control tehnic de calitate din întreprinderi cu dispozitive au ca efect:

- creșterea productivității muncii și implicit reducerea costului de fabricație prin eliminarea unor operații suplimentare (de exemplu trasajul), reducerea timpilor pentru fixarea semifabricatelor etc.;

- mărirea preciziei de prelucrare și a calității produselor, ca urmare a realizării în mod automat a poziției corecte a semifabricatului în raport cu scula așchietoare (la dispozitivele pentru mașini-unelte), cu piesa cu care se assemblează (în cazul dispozitivelor pentru asamblare) și cu aparatele de măsurat și controlat (pentru dispozitivele de controlat);

- reducerea efortului fizic depus de către executant și asigurarea condițiilor de securitate și igienă a muncii prin mecanizarea și automatizarea operațiilor de fixare și prin înzestrarea dispozitivelor cu mecanisme de protecție;

- lărgirea posibilităților tehnologice ale utilajului existent și reducerea timpului și a cheltuielilor necesare în cazul asimilării în producție a unor noi produse, ca urmare a modernizării sau schimbării destinației unor mașini-unelte;

- asigurarea interschimbabilității pieselor executate;

Dispozitivele au un rol deosebit atât în mecanizarea și automatizarea operațiilor de prelucrare, cât și în realizarea unei eficiențe economice sporite, a ridicării calității produselor și a asigurării normelor de tehnică a securității muncii în timpul procesului de prelucrare.

2. CLASIFICAREA DISPOZITIVELOR

Dispozitivele utilizate în industria constructoare de mașini se clasifică după scop, gradul de specializare, sistemul de acționare și gradul de automatizare.

a) După scop, se deosebesc:

— dispozitive folosite pentru orientarea și fixarea pieselor de prelucrat pe mașini-unelte. Astfel, pot fi: dispozitive pentru strunjit, frezat, rectificat etc.;

— dispozitive pentru așezarea și fixarea sculelor așchietoare pe mașina-unelte (de exemplu mandrine, reductii, suporturi etc.) (fig. 5.1);

— dispozitive pentru montarea pieselor, subansamblurilor și ansamblurilor (fig. 5.2);

— dispozitive pentru control (fig. 5.3);

— dispozitive folosite pentru deplasarea și rabatarea pieselor grele.

b) După gradul de specializare, se deosebesc:

— dispozitive universale, care permit orientarea și fixarea unei game variate de piese. Din categoria acestor dispozitive se menționează: menghinele pentru mașini-unelte, capetele divizoare, mesele rotative, pensetele etc.;

Fig. 5.1. Dorn (cu con 7:24) pentru orientarea și fixarea frezelor.

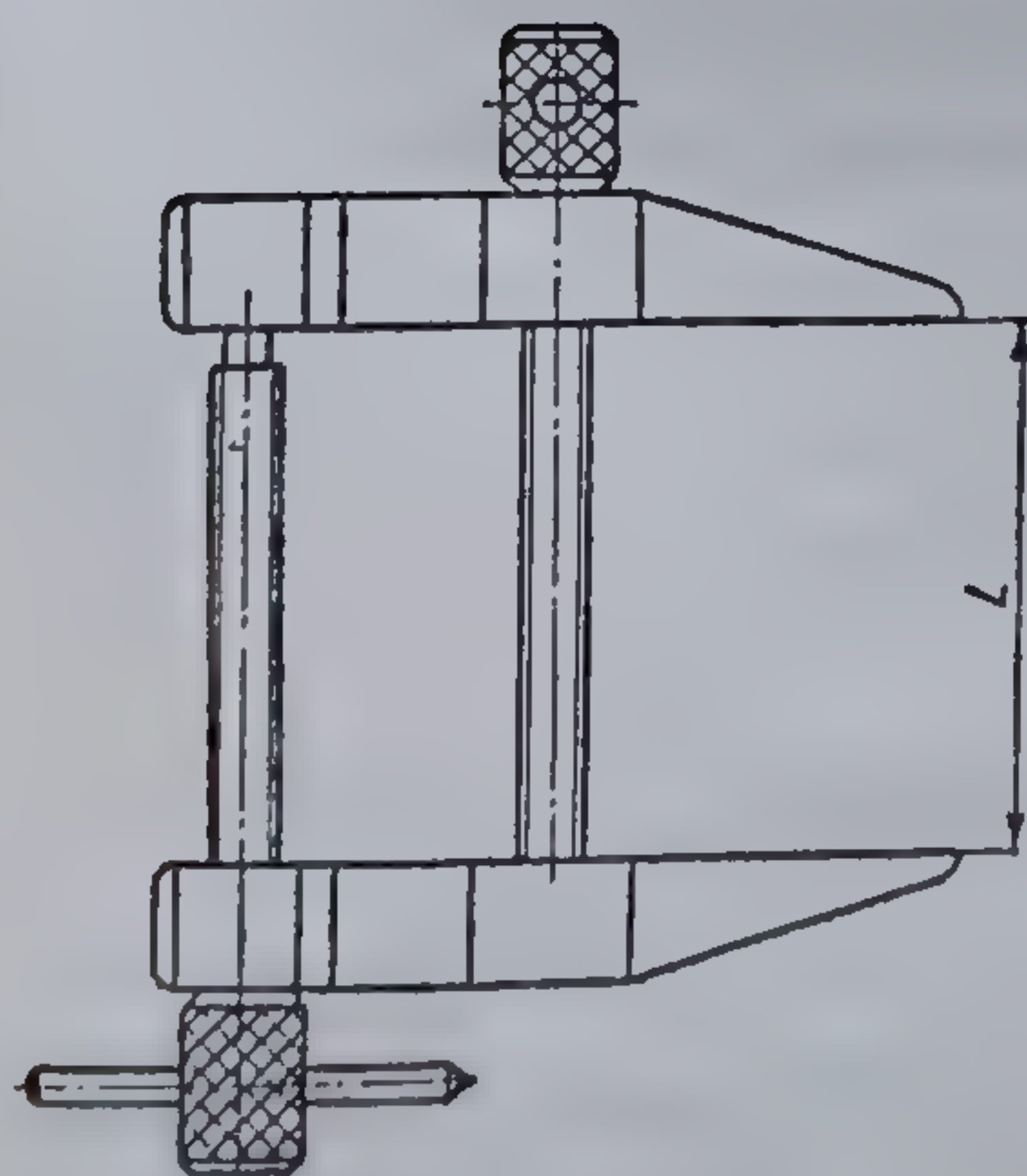
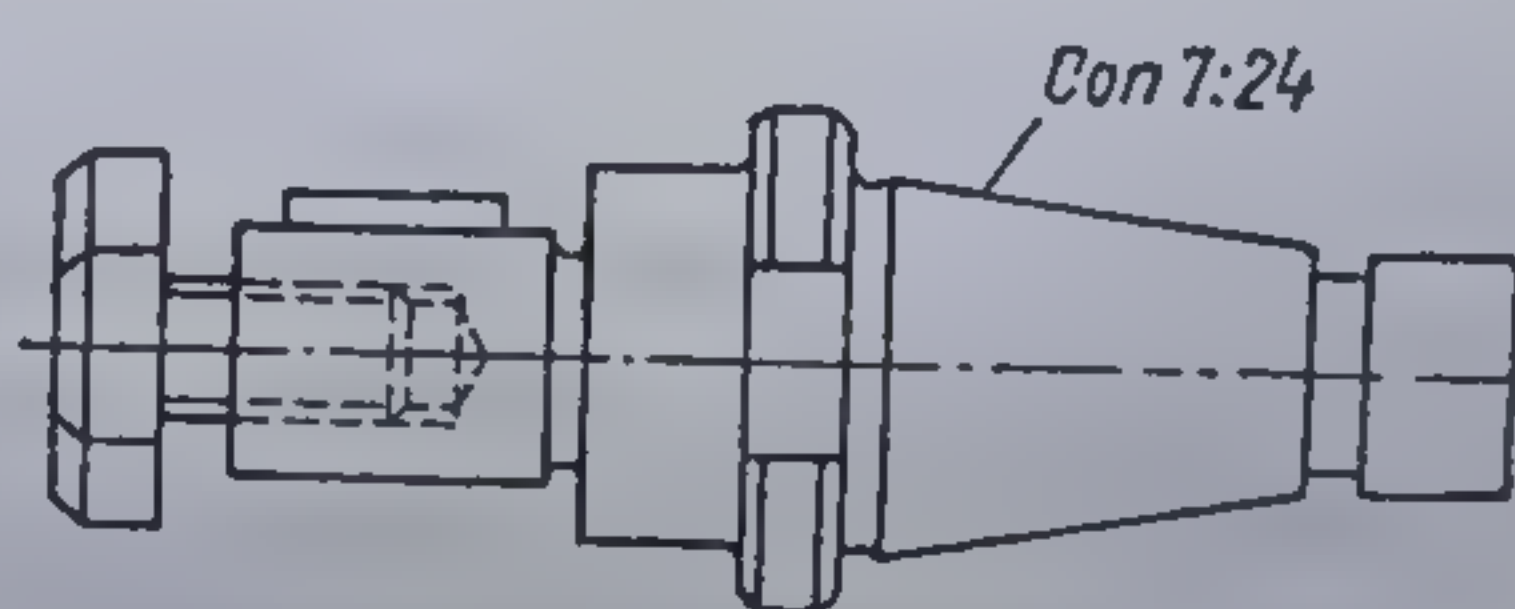


Fig. 5.2. Dispozitiv pentru fixarea pieselor la montaj.

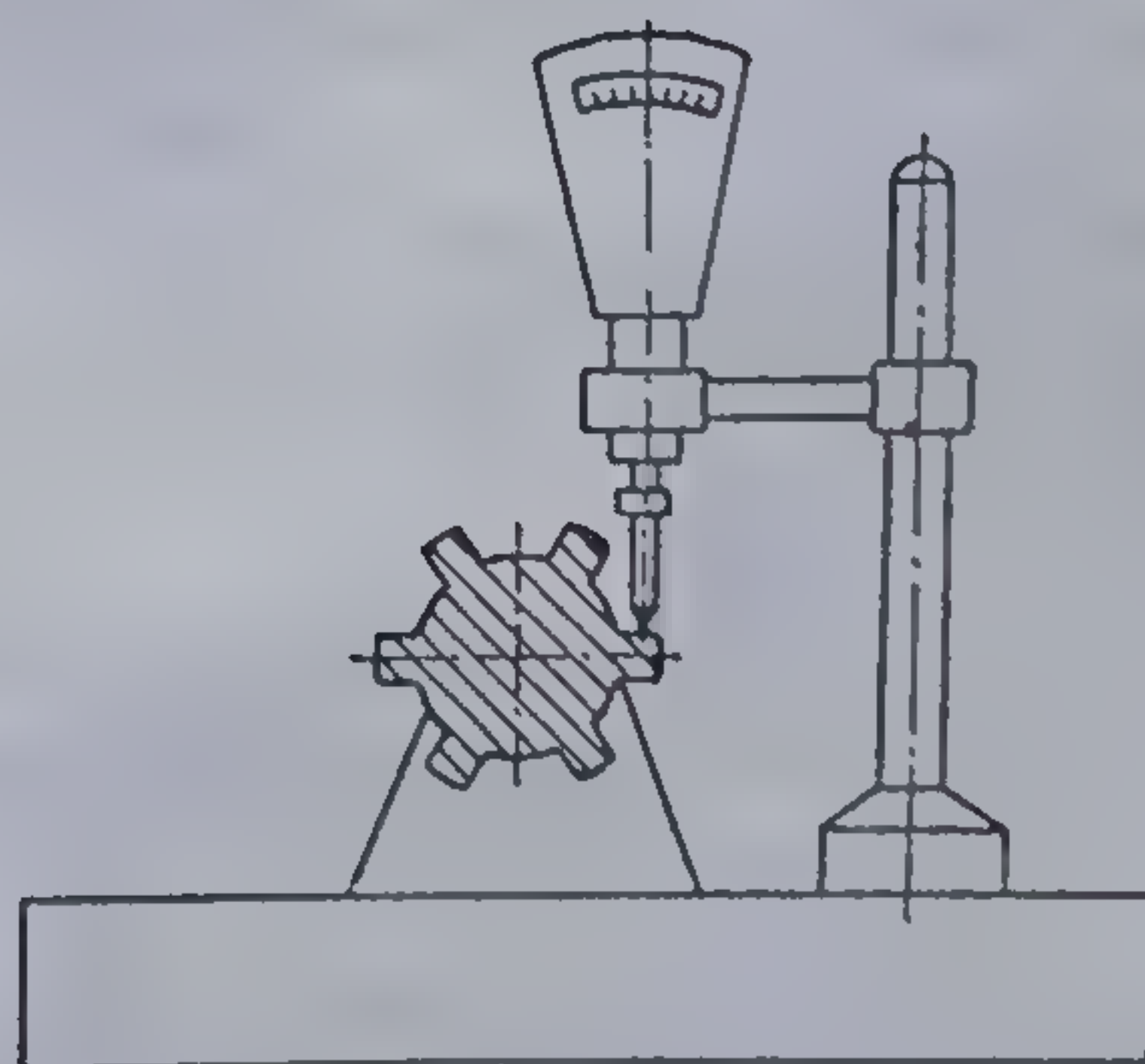


Fig. 5.3. Dispozitiv pentru control.

— dispozitive specializate normale sau universale adaptate prin folosirea unor elemente universale în scopul prelucrării anumitor piese;

— dispozitive speciale destinate executării unei anumite operații tehnologice la un singur tip de piesă (de exemplu, dispozitive pentru strunjit segmentii, pentru alezat biele etc.).

Dispozitivele universale și specializate se folosesc de obicei pentru producția de serie mică și mijlocie, iar dispozitivele speciale se folosesc pentru producția în serie mare și în masă.

c) *După sistemul de acționare*, dispozitivele pot fi: cu acționare mecanică, electromecanică, hidraulică, pneumohidraulică și pneumatică.

d) *După gradul de automatizare* (ciclul de lucru), se deosebesc:

— dispozitive cu ciclu semiautomat de lucru care asigură fixarea și eliberarea pieselor de prelucrat;

— dispozitive cu ciclu automat de lucru care asigură în plus față de cele cu ciclu semiautomat alimentarea automată cu piese a dispozitivului și îndepărtarea pieselor după desfacerea lor.

3. CONDIȚIILE IMPUSE LA EXECUTAREA DISPOZITIVELOR

În vederea îndeplinirii scopului pentru care se proiectează și se execută, dispozitivele trebuie să îndeplinească în principal următoarele condiții:

— să fie astfel concepute și realizate, încât să aibă un grad de mecanizare care să asigure un spor de productivitate în raport cu executarea aceleiași operații fără folosirea de dispozitive;

— să fie suficient de rigide pentru a permite folosirea unor regimuri de așchiere intensive și pentru păstrarea preciziei de prelucrare prescrise;

— să asigure o mînuire ușoară atât la fixarea și poziționarea pe mașinile-unelte, cât și la transportarea și depozitarea lor;

— să prezinte simplitate în construcție, întreținere și reparare;

— să permită acționarea rapidă și cu un efort minim din partea executantului;

— să asigure condițiile impuse de protecția muncii;

— să aibă o durată de funcționare cât mai mare, cu păstrarea caracteristicilor (rigiditate, precizie etc.);

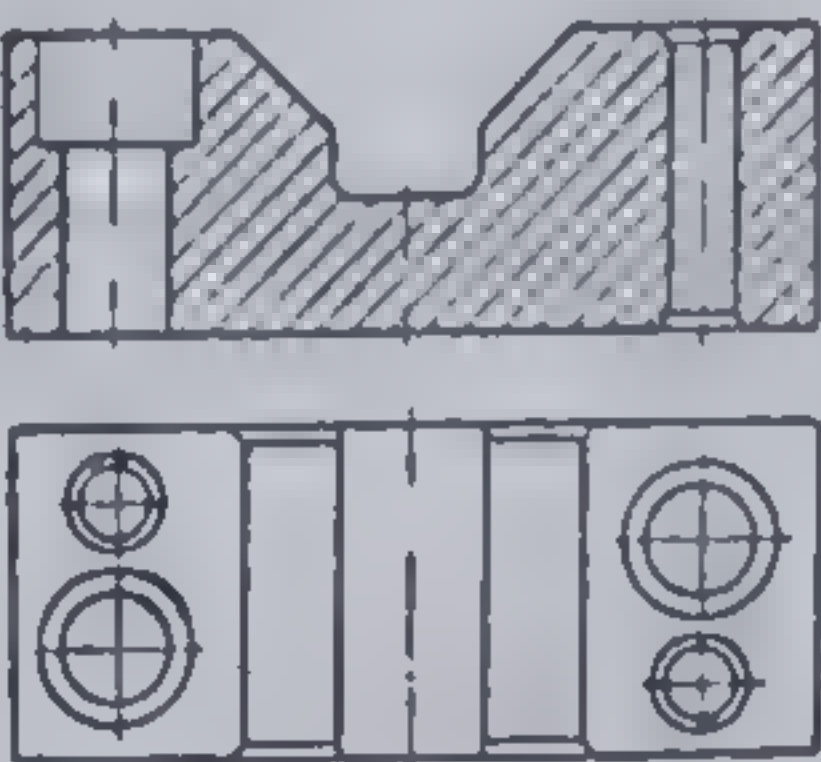


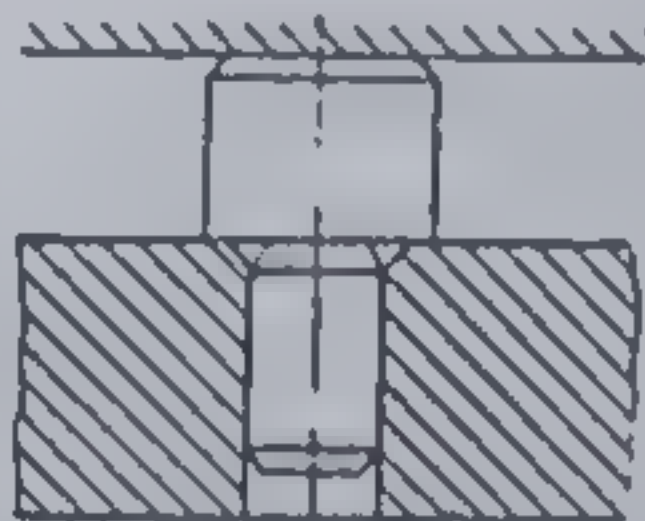
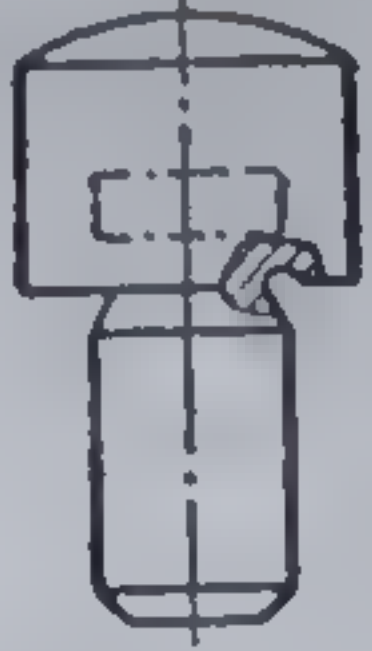
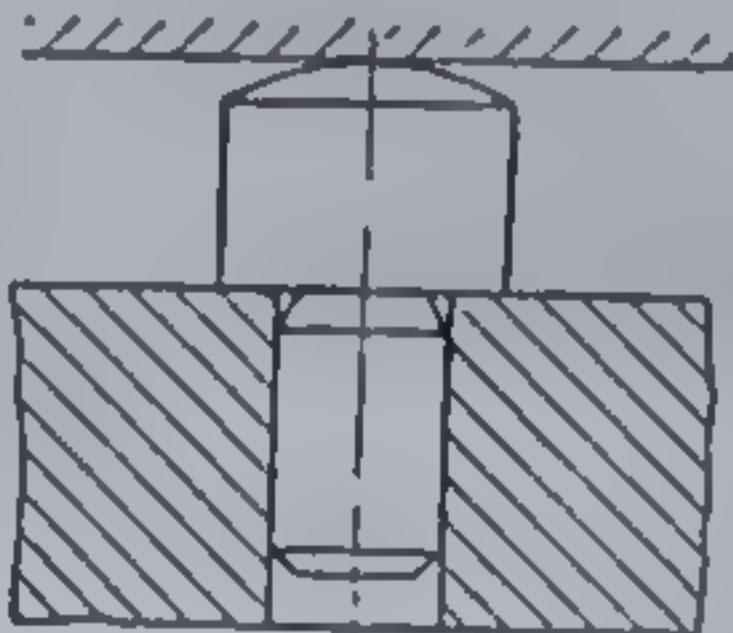
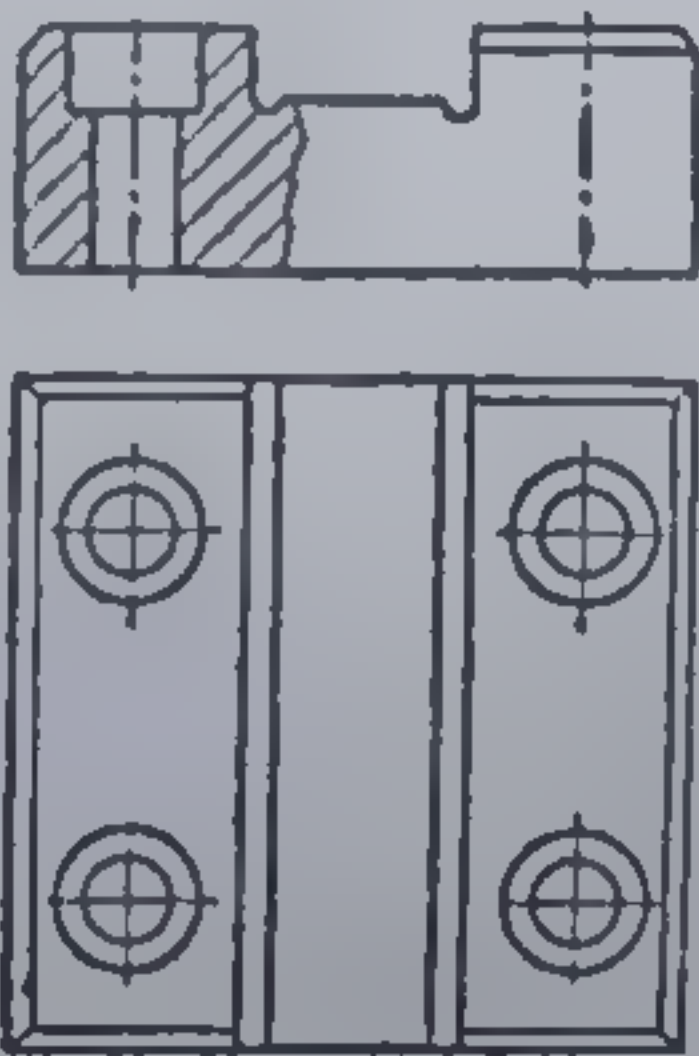
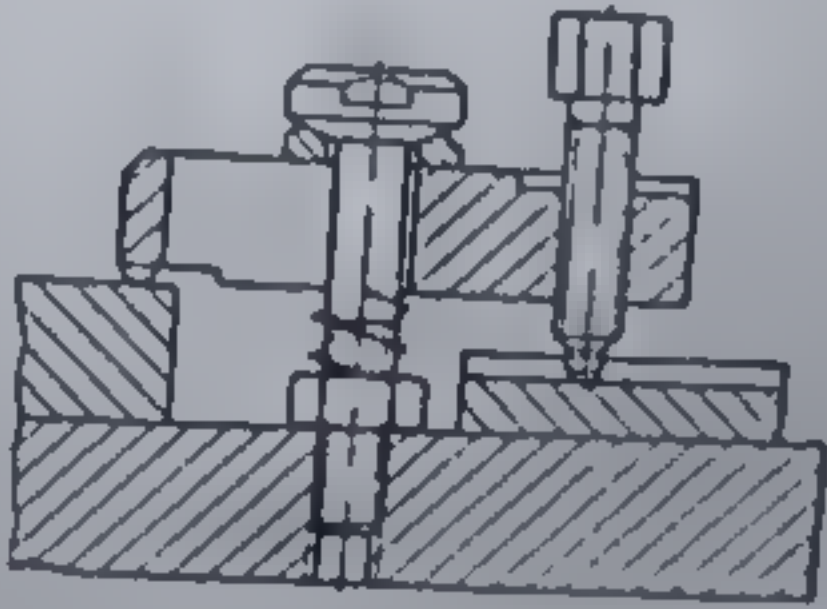
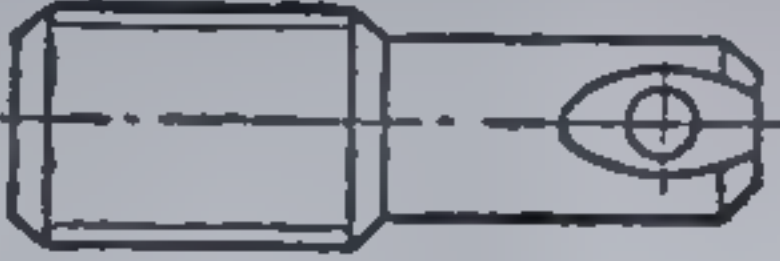
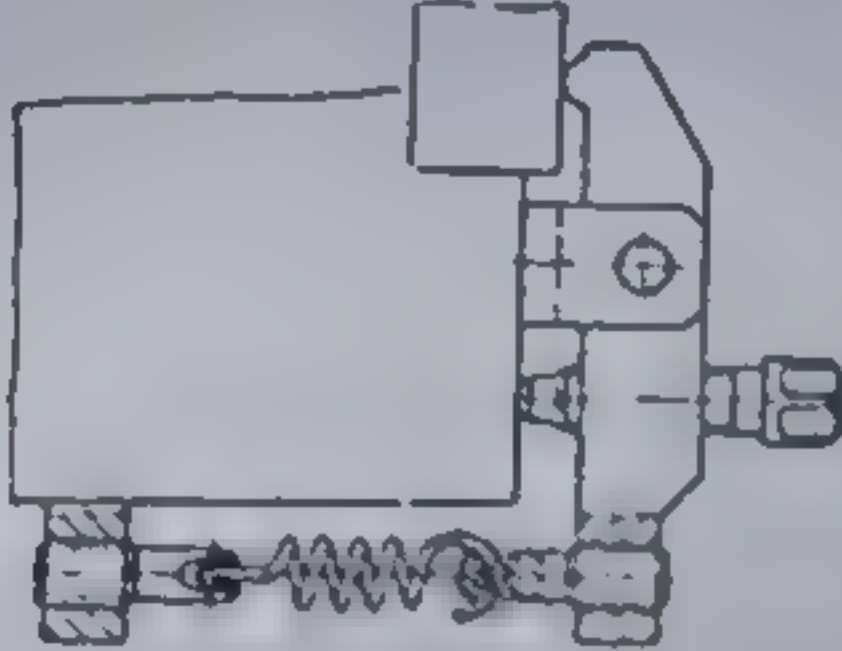

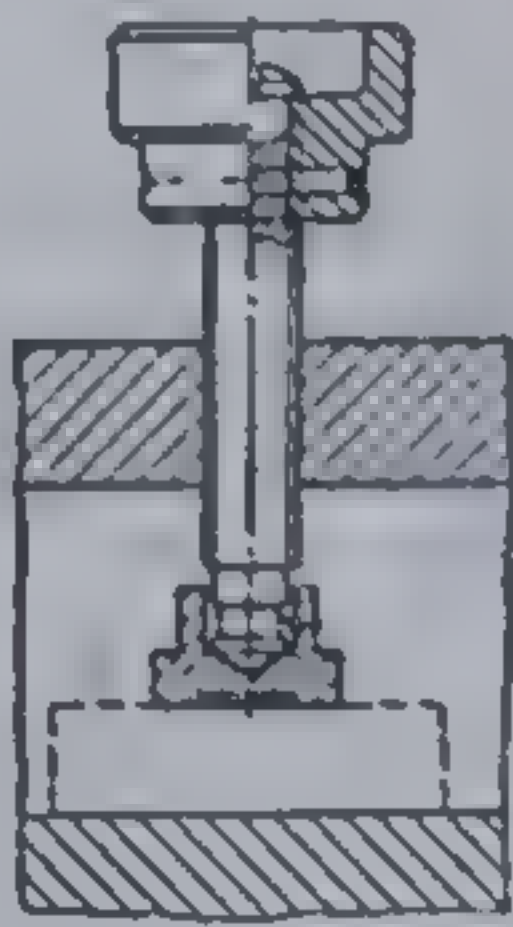
— să fie concepute încât să se poată executa din elemente standardizate și normalizate. În acest fel, se reduce numărul de repere executate, ceea ce conduce la reducerea costului (proiectare, material, manoperă etc.) și la o întreținere ușoară și reparare operativă.

4. EFICIENȚA ECONOMICĂ A FOLOSIRII DISPOZITIVELOR

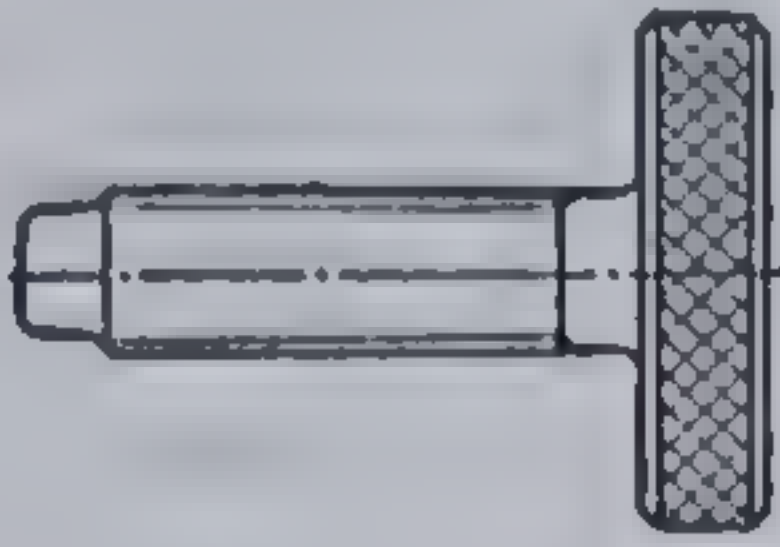
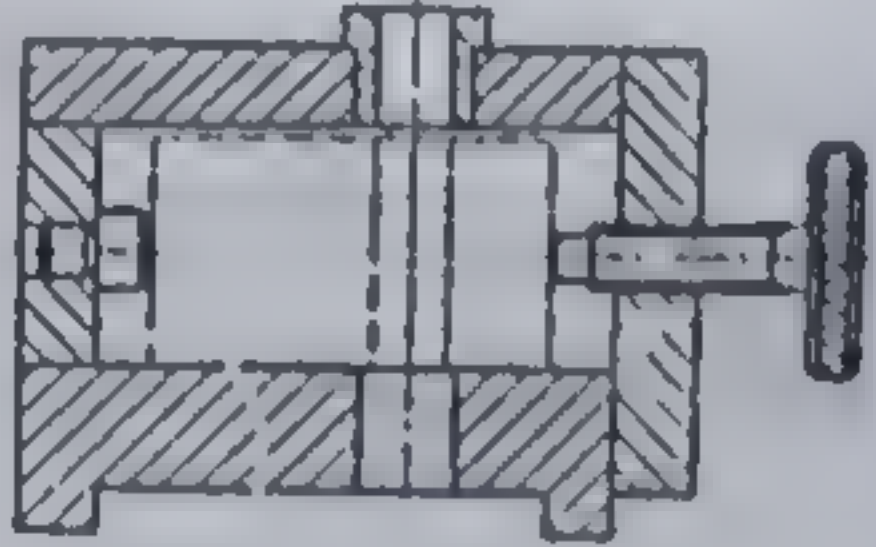

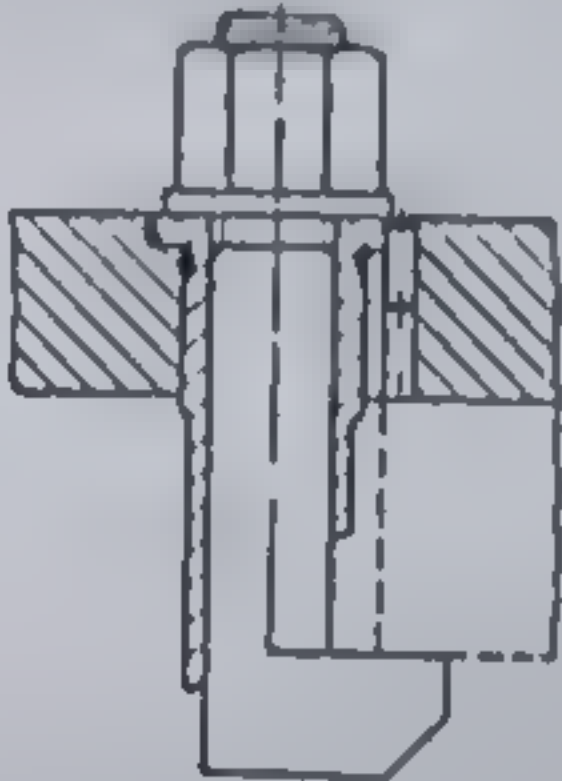
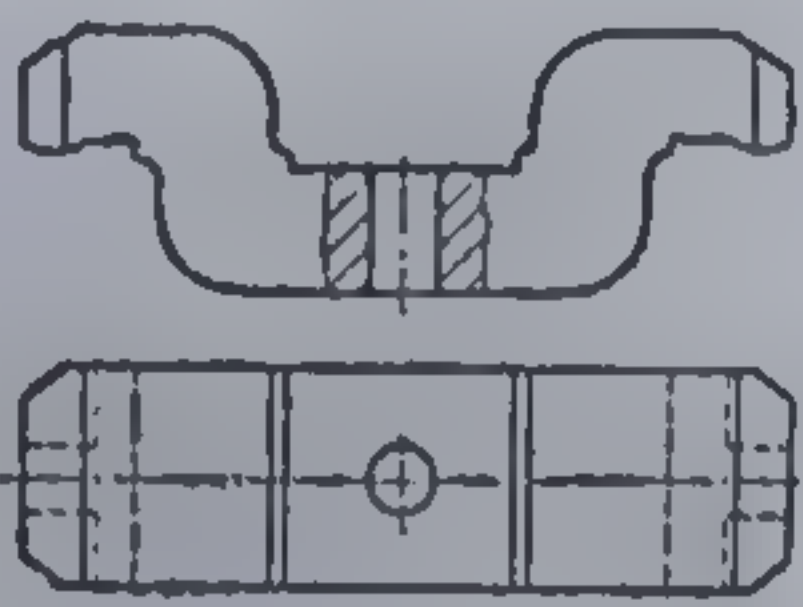
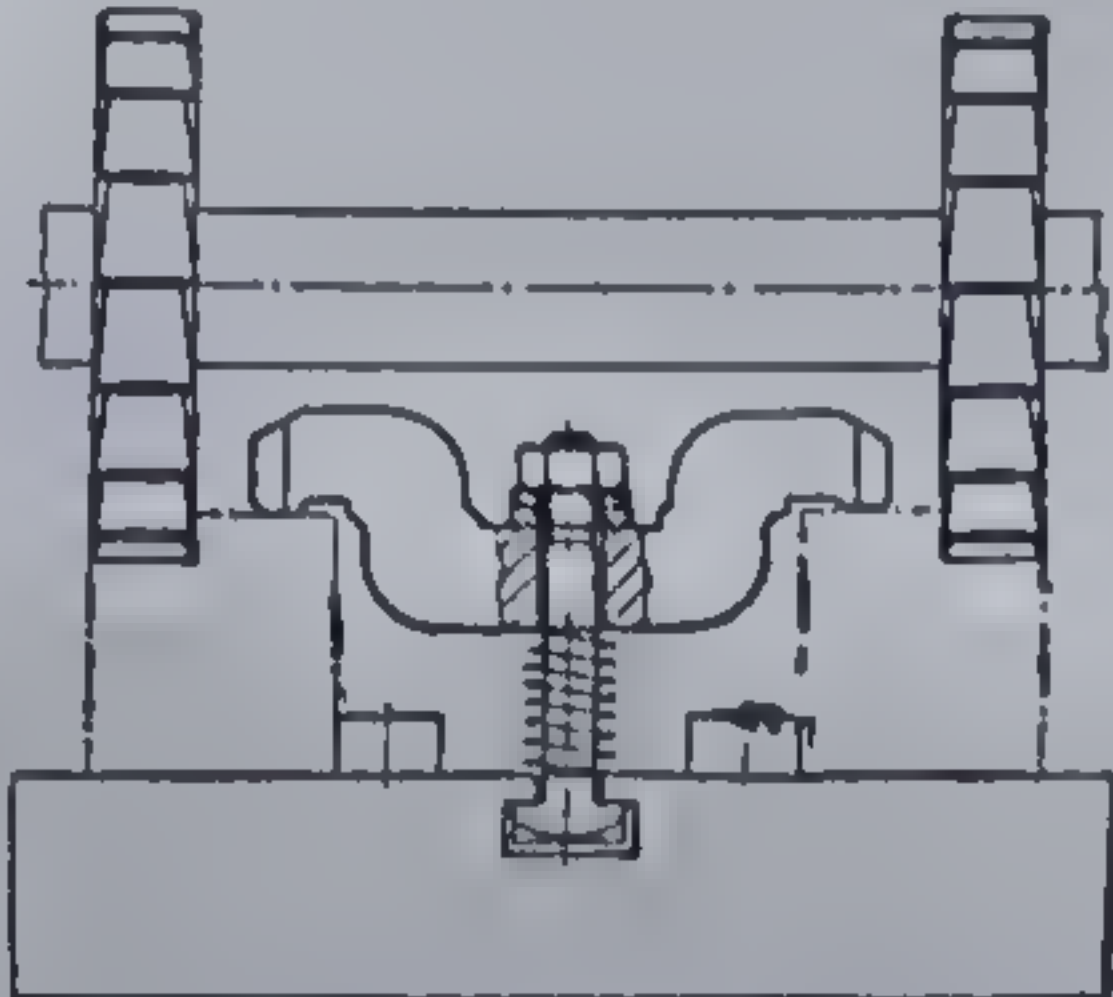
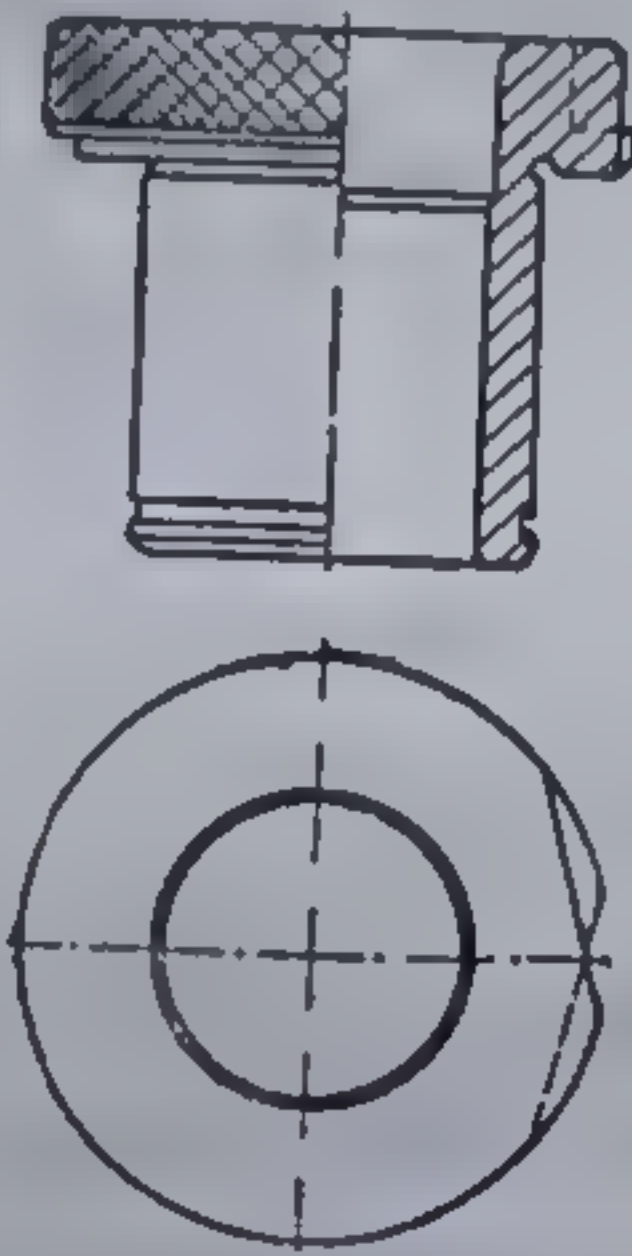

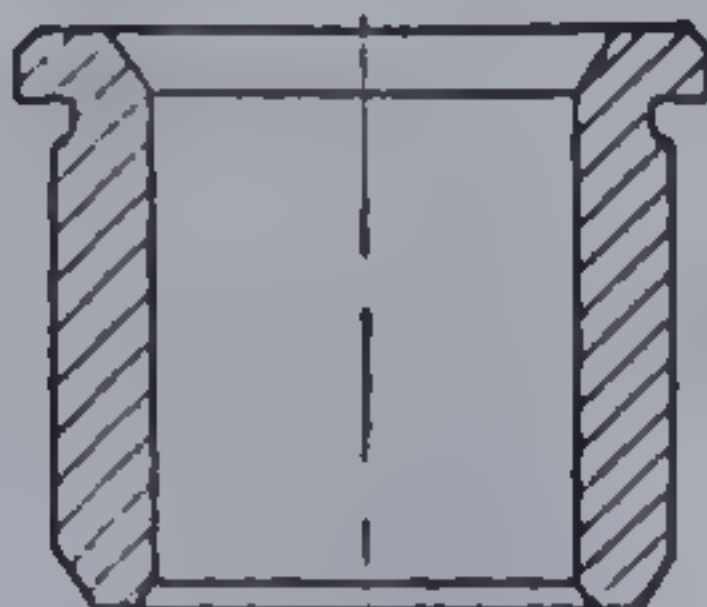
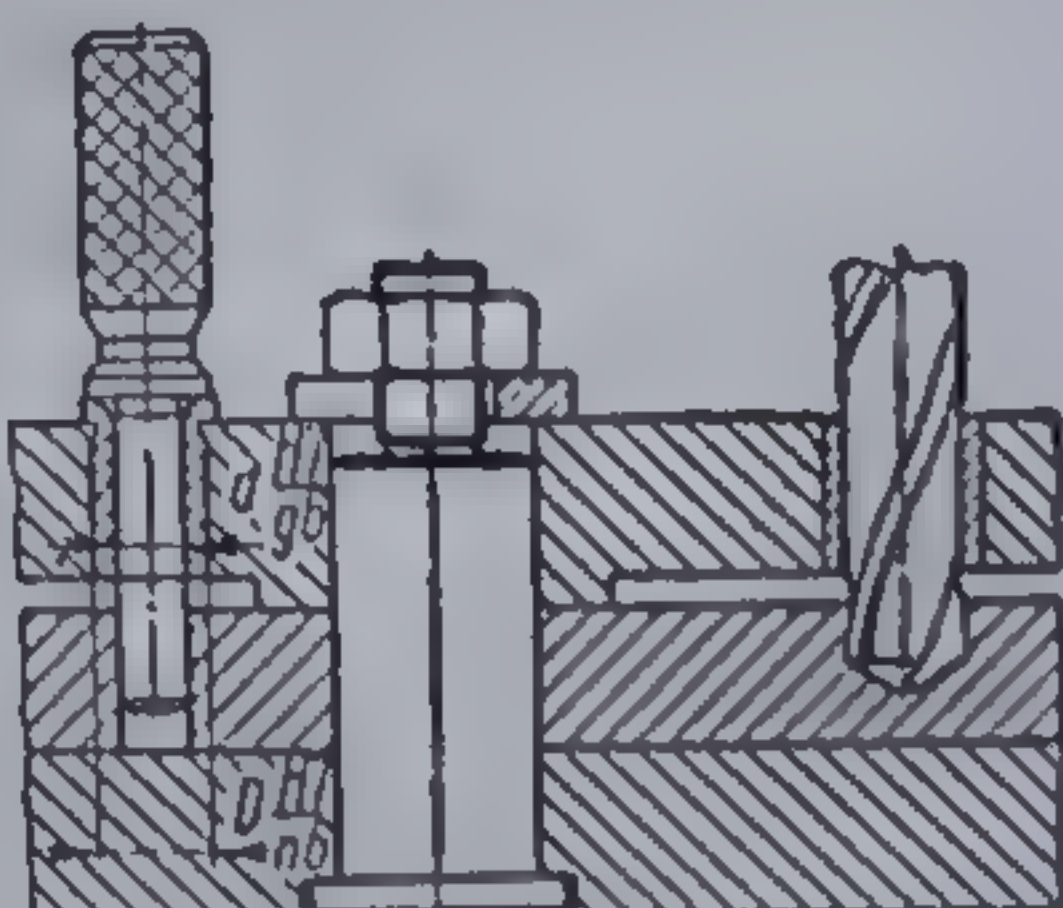
Echiparea proceselor tehnologice cu sculele, dispozitivele și verificatoarele (S.D.V.-urile) necesare condiționează productivitatea muncii și calitatea produselor. Executarea unui dispozitiv, pentru a putea fi justificată economic, este strîns legată de volumul producției (fig. 5.4). Se

Tabelul 5.1

Exemple de elemente standardizate

Denumirea elementului standardizat	STAS	Destinația	Reprezentare	Exemplu de utilizare
Prismă de reazem cu găuri de fixare nefiletate	8881-71	Așezare		
Cep de sprijin cu cap cilindric plat	8768-70			
Cep de sprijin cu cap cilindric bombat	8767-70			
Placă de sprijin pentru excentrice și șuruburi	9465-73			
Șurub cu ochi pentru întindere a arcurilor de tracțiune	10159-75	Reglare		
Piuliță cu știft de fixare	10158-75	Stringere		

Tabelul 5.1 (continuare)

Denumirea elementului standardizat	STAS	Destinația	Reprezentare	Exemplu de utilizare
Șurub cu cap striat și cep	9327-73	Stringere		
Șurub în formă D (tip A)	9326-73			
Bridă cu două coturi	9498-74			
Bucșă detașabilă pentru dispozitive de găurit	1228/3-75	Ghidare		
Bucșă pentru ax de orientare	9499-74			

observă că pentru un anumit număr de piese de prelucrat, costul S.D.V.-urilor începe să se stabilizeze, prezentînd un prag optim.

Dacă se analizează creșterea productivității muncii în întreprinderile constructoare de mașini, în funcție de gradul de înzestrare cu S.D.V.-uri a proceselor tehnologice, aceasta se poate exprima procentual cu relația:

$$P = \frac{M_1 - M_2}{M_2} \cdot 100, \quad (5.1)$$

în care:

P este productivitatea muncii, exprimată în procente;

M_1 — volumul total al manoperei executării unui produs înainte de echiparea procesului tehnologic cu S.D.V.-uri;

M_2 — volumul total al manoperei după echipare.

Se remarcă creșterea productivității muncii odată cu scăderea manoperei pe produs, ca o consecință a gradului de înzestrare.

Costul dispozitivelor depinde de numărul de repere componente și de faptul dacă acestea sînt sau nu tipizate sau standardizate. Pentru realizarea unor dispozitive care să corespundă variantei economice optime se va proceda în prealabil la studierea mai multor soluții, avîndu-se în vedere respectarea în același timp și a altor condiții (de exemplu tehnologice).

Din practică s-a constatat că, din totalul manoperei auxiliare, 40% se consumă în fazele de orientare și verificare a poziției suprafețelor de prelucrat, în raport cu mașina-unealtă și scula așchietoare și cu fixarea semifabricatelor.

În anumite situații se ia în considerație precizia de prelucrare sau normele de tehnică a securității muncii în defavoarea eficienței (atunci cînd nu este posibil să se îndeplinească toate criteriile, adică atît eficiența, cît și precizia și normele de tehnică a securității muncii).

5. ELEMENTE TIPIZATE ȘI STANDARDIZATE ALE DISPOZITIVELOR DE LUCRU

În întreprinderile în care predomină producția de unicate și de serie mică, precum și în atelierele de reparații, de prototipuri și în sculării, se recomandă să se folosească dispozitive realizate din elemente tipizate și standardizate.

În tabelul 5.1 sînt prezentate cîteva exemple de elemente tipizate și standardizate, cu indicarea modului de utilizare a lor în construcția dispozitivelor, iar în figura 5.5 este reprezentat un dispozitiv pentru prelucrarea găurilor, realizat în întregime din elemente tipizate.

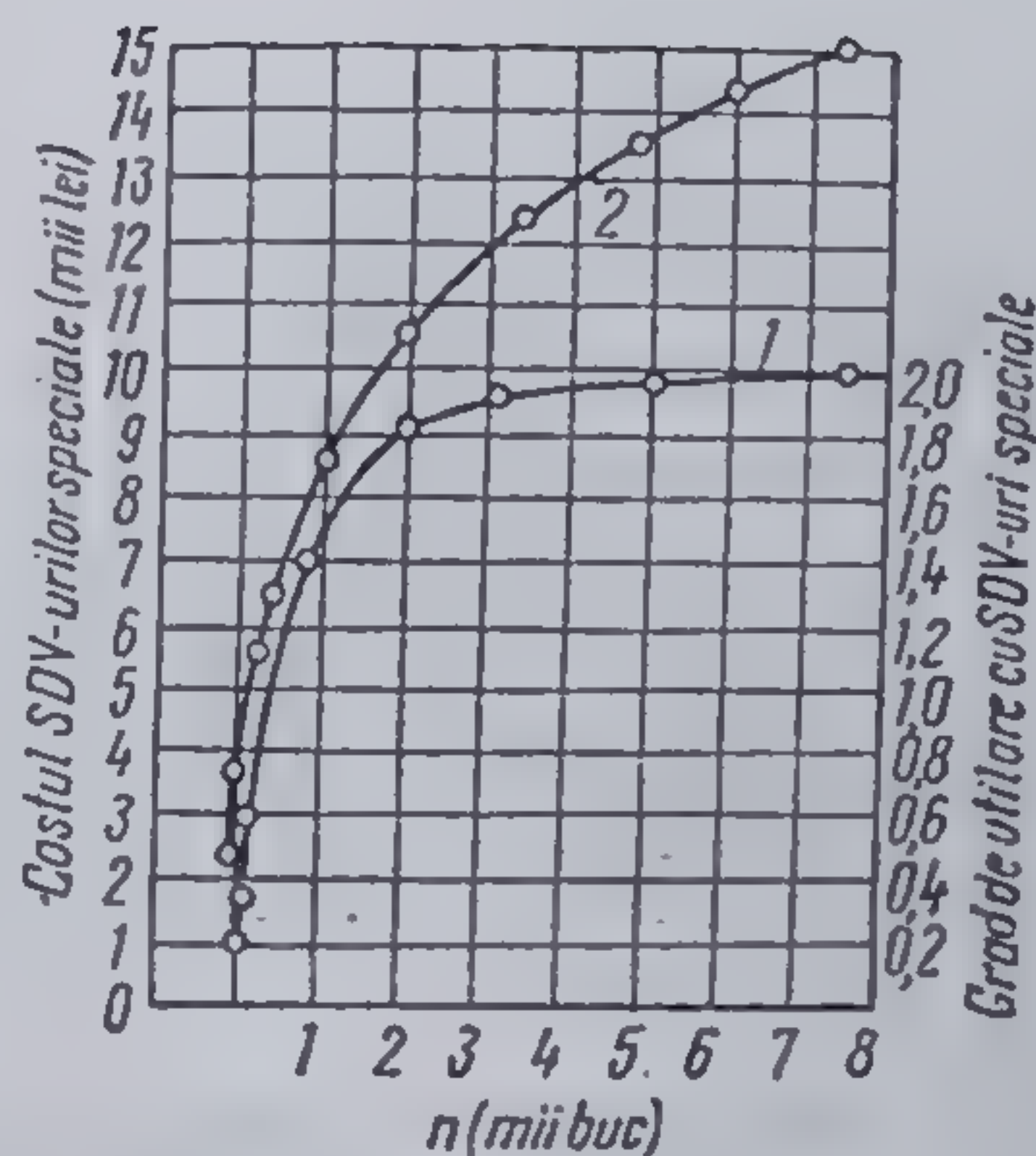


Fig. 5.4. Costul total al S.D.V.-urilor speciale în raport cu volumul producției.

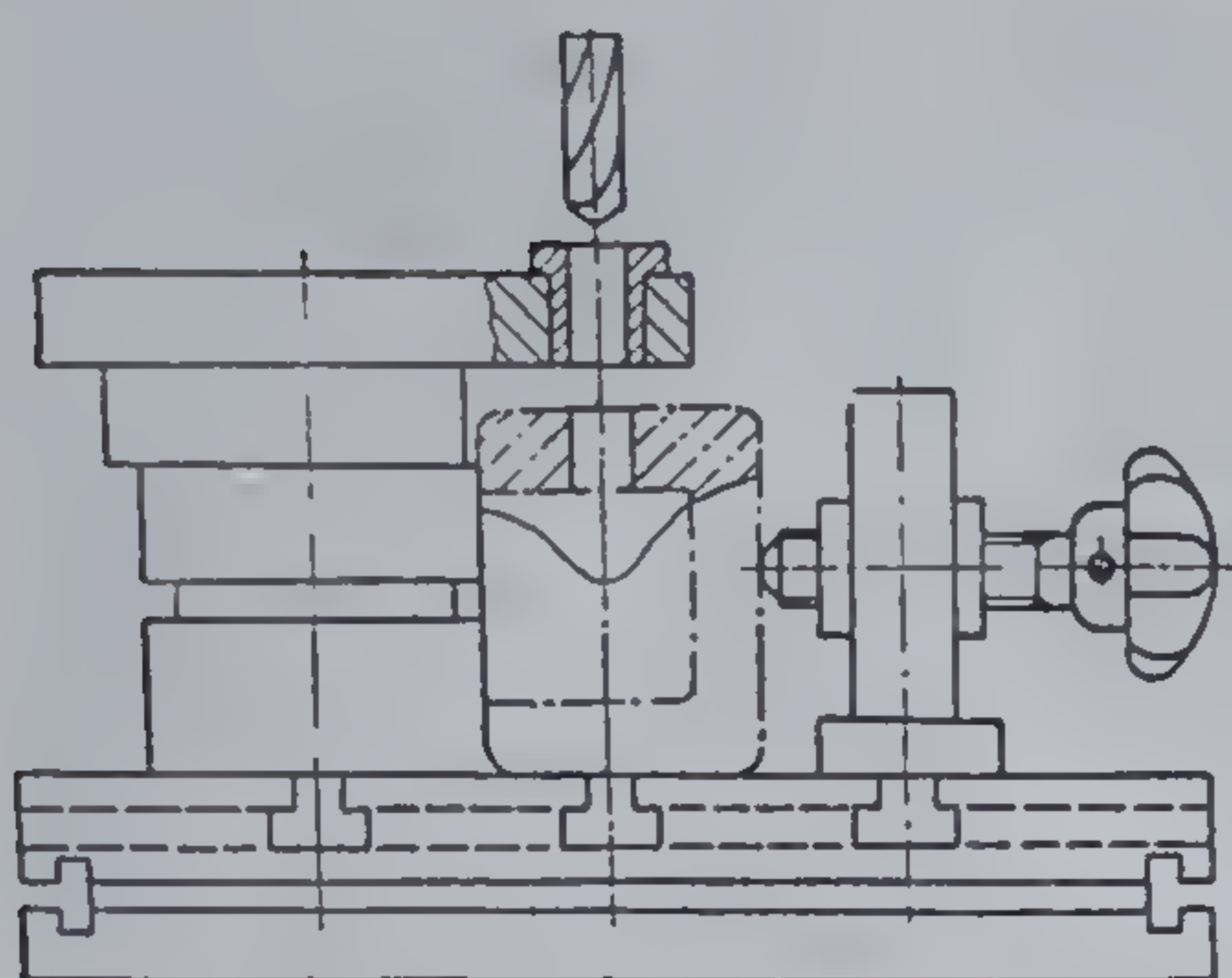


Fig. 5.5. Dispozitiv pentru prelucrat alezaje compus în întregime din elemente universale.

Asamblarea elementelor tipizate care compun dispozitivele se realizează cu pene de ghidare și șuruburi, fără să necesite știfturi de centraj. În acest scop, toate seturile de elemente tipizate și standardizate sunt prevăzute cu canale T , cu canale de pană cu găuri și găuri alungite, care permit asamblarea lor rapidă.

Folosirea dispozitivelor din elemente tipizate conduce la reducerea considerabilă a timpului și a cheltuielilor aferente pregătirii producției, asigurând în același timp o precizie de prelucrare ridicată. Pe această cale se creează condiții pentru realizarea unor

dispozitive de cele mai diferite tipuri pentru prelucrarea alezajelor, pentru prelucrarea pe mașini de frezat, pe strunguri, pe mașini de rectificat etc., într-un timp redus, creîndu-se posibilitatea folosirii cu eficiență economică a dispozitivelor chiar în producția de unicate și de serie mică.

În general, elementele tipizate se execută din oțeluri aliate, cu crom și nichel (STAS 791-66), din oțeluri carbon de calitate (STAS 880-66) și oțeluri carbon pentru scule (STAS 1700-71), iar suprafețele active se tratează termic sau termochimic, în scopul obținerii unei durtăți de circa 55—64 HRC.

VERIFICAREA CUNOȘTINȚELOR

1. Să se arate avantajele care decurg din echiparea proceselor de producție cu dispozitive
2. Care sînt criteriile de clasificare a dispozitivelor?
3. Să se justifice din punct de vedere economic rentabilitatea echipării procesului de producție cu dispozitive.
4. Ce avantaje prezintă alcătuirea dispozitivelor din elemente tipizate și standardizate?

CAPITOLUL 6

SCHEME DE ORIENTARE ȘI FIXARE

Creșterea preciziei de prelucrare și crearea dispozitivelor raționale, simple și ieftine, sînt implicit legate de așezarea pieselor în vederea prelucrării, direct pe mașina-unealtă sau în dispozitiv. Modul de așezare a pieselor pentru prelucrare are drept scop să orienteze, suprafața de prelucrat a piesei, în raport cu traiectoria muchiei așchietoare a sculei și să mențină aceeași poziție pe tot timpul prelucrării.

1. ORIENTAREA ȘI FIXAREA PIESELOR (BAZAREA)

Se știe din studiul echilibrului corpurilor că orice corp solid în spațiu are șase grade de libertate, adică trei translații (T_x , T_y și T_z) și trei rotații (R_x , R_y și R_z) (fig. 6.1) în lungul și în jurul a trei axe de coordonate dispuse perpendicular între ele.

Pentru preluarea unui singur grad de libertate este necesară apăsarea semifabricatului pe un reazem fix (punct de sprijin). Prin urmare, legarea celor șase grade de libertate presupune introducerea a șase puncte de sprijin pe care să fie apăsător semifabricatul, care trebuie astfel dispuse încît să realizeze un echilibru static determinat al semifabricatului. Cele șase puncte de sprijin (reazeme) sînt necesare și suficiente pentru legarea celor șase grade de libertate, cu condiția ca ele să fie dispuse după fiecare grad de libertate în sistemul considerat.

Pentru realizarea orientării pieselor se apelează la elementele geometrice de tip suprafață, linie sau punct care se găsesc pe semifabricat. Aceste elemente, dacă participă direct la orientarea semifabricatului, se numesc *baze de prelucrare*. Ca baze de prelucrare pot fi folosite oricare dintre suprafețele semifabricatului, indiferent de forma geometrică (plane, cilindrice, conice, profilate etc.) și de rugozitatea lor (obținute prin turnare, forjare, laminare etc.). Se deosebesc baze de prelucrare principale și baze de prelucrare auxiliare.

Prin *bază de prelucrare principală* se înțelege baza de prelucrare care este legată de suprafața de prelucrat prin dimensiuni sau con-

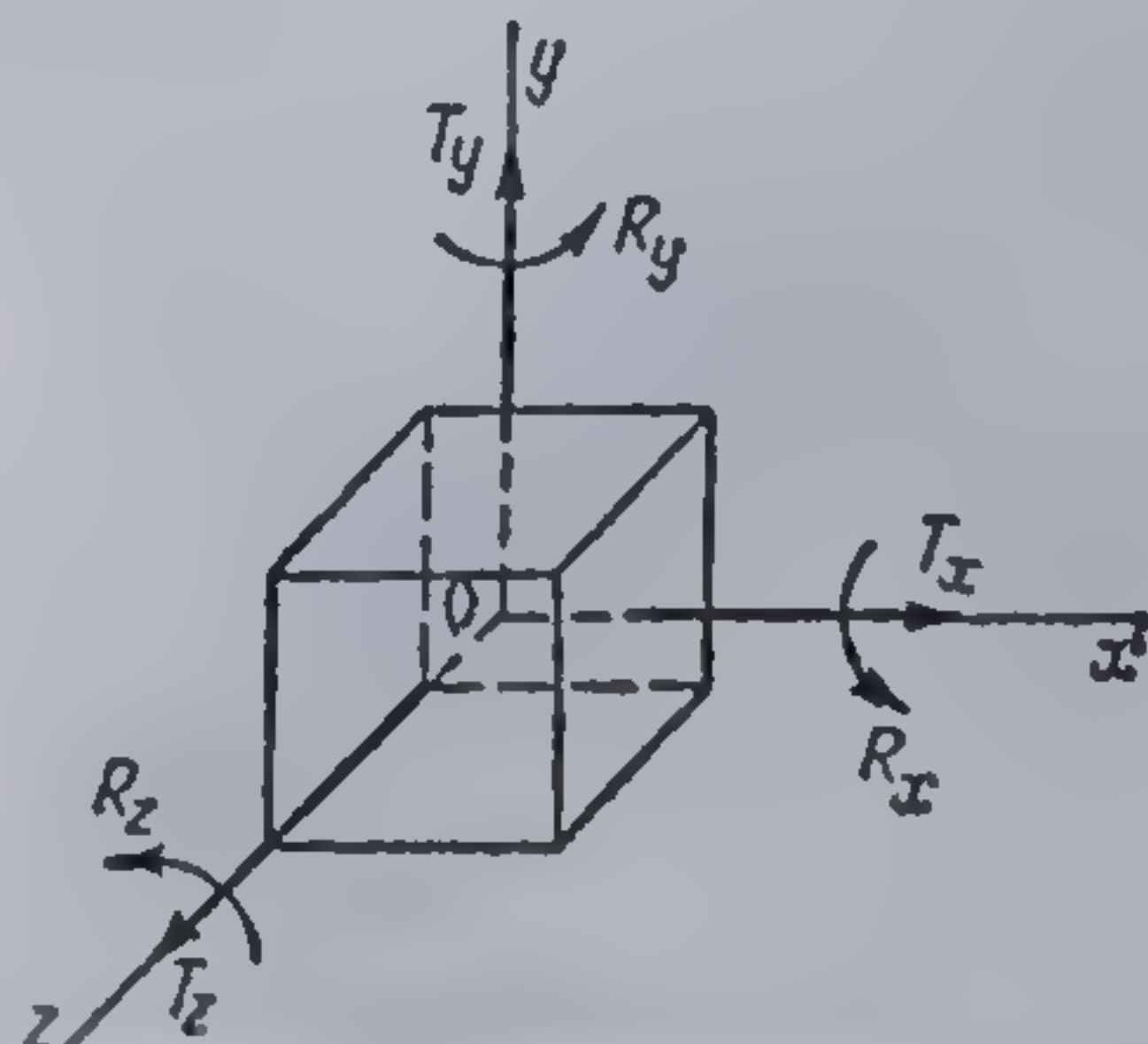


Fig. 6.1. Gradele de libertate ale unui corp într-un sistem rectangular.

diții ce rezultă în mod direct din condițiile de funcționare ale piesei. De aceea, aceste baze se mai numesc și *baze funcționale*.

Prin bază de prelucrare auxiliară se înțelege baza de prelucrare a cărei poziție, în raport cu suprafața de prelucrat, nu este importantă din punct de vedere funcțional, sau sînt baze create artificial pe piese cum ar fi găurile de centrare pentru prinderea între vîrfuri, găuri tehnologice etc.

Întrucît bazele de prelucrare principale determină rolul funcțional al piesei, folosirea lor în procesul orientării și fixării are ca rezultat eliminarea erorilor de orientare și fixare (de bazare) în timp ce folosirea bazelor de prelucrare auxiliare duce întotdeauna la apariția acestor erori. Pentru ca influența erorilor de orientare și fixare să fie determinată, suprafețele auxiliare alese ca baze necesită adesea cheltuieli suplimentare legate de prelucrarea lor, în scopul creșterii preciziei dimensionale, de formă și de poziție. Ca urmare, aceste baze se mai numesc și *tehnologice*.

Schemele de orientare și fixare tehnologice se întocmesc pentru fixarea pieselor pe mașini-unelte sau dispozitive, în vederea prelucrării, folosindu-se semne convenționale. Alegerea suprafețelor ca baze trebuie astfel realizată, încît numărul, forma și poziția lor reciprocă să asigure o așezare static determinată, adică fixă și suficient de precisă a piesei de prelucrat, în raport cu mașina-uneltă și cu scula așchietoare.

Schema de orientare și fixare poate fi completă sau simplificată. Orientarea și fixarea completă sau totală se definesc atunci cînd sînt eliminate toate cele șase grade de libertate, iar orientarea și fixarea simplificată există în cazul cînd în procesul prelucrărilor mecanice și în operațiile de control nu este necesară eliminarea tuturor gradelor de libertate.

a. Orientarea și fixarea pieselor prismatice

Se consideră un semifabricat paralelipipedic și se alege un sistem de coordonate rectangulare. Se proiectează corpul pe fiecare din cele trei plane formate.

Fie trei puncte 1, 2, 3 pe suprafața ABCD a corpului (fig. 6.2), ale căror proiecții în planul xOy sînt punctele 1', 2', 3', care determină o bază de așezare. Punctele de sprijin 1, 2, 3 anulează următoarele trei

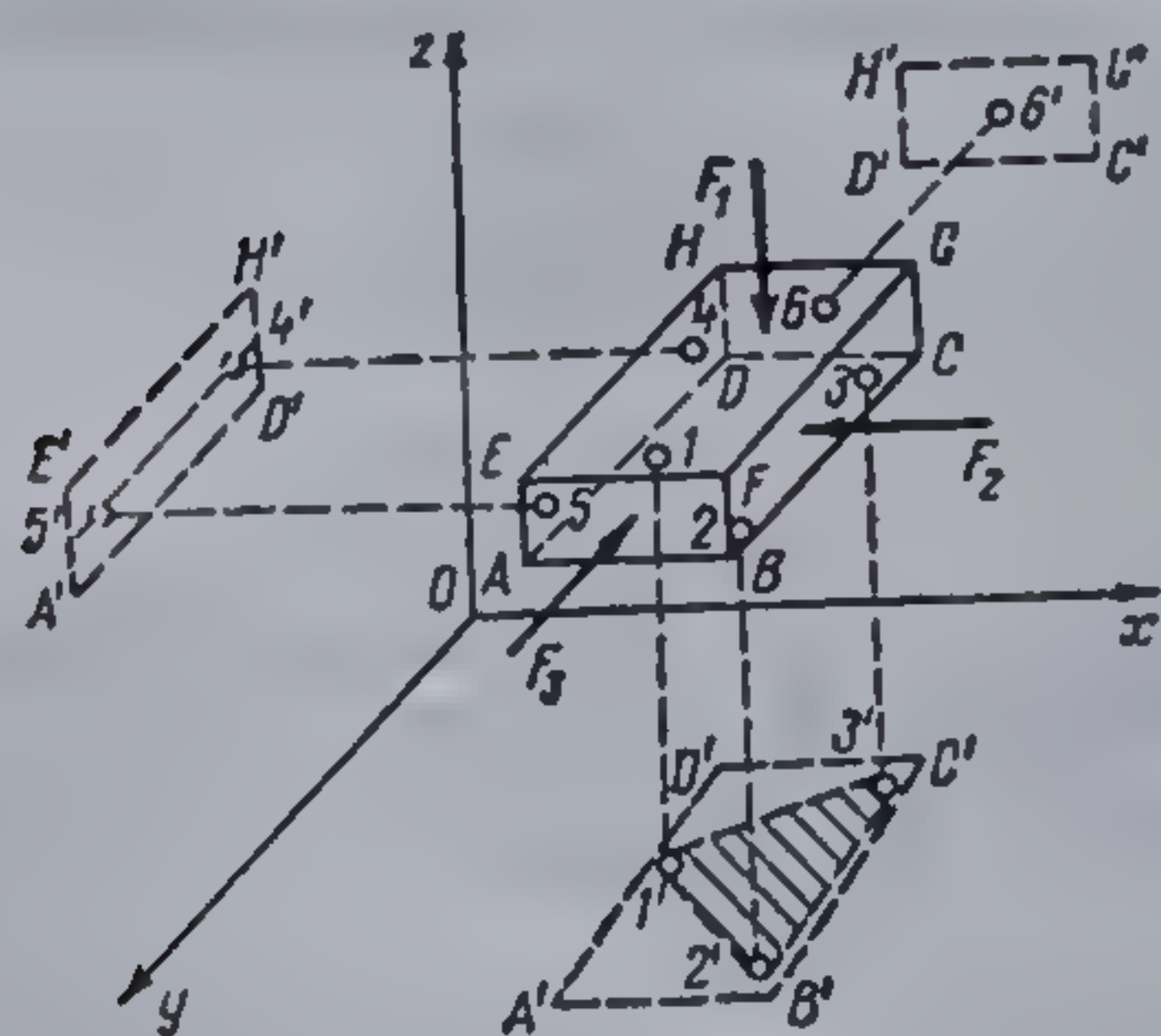


Fig. 6.2. Schema de orientare și fixare în spațiu pentru piese prismatice.

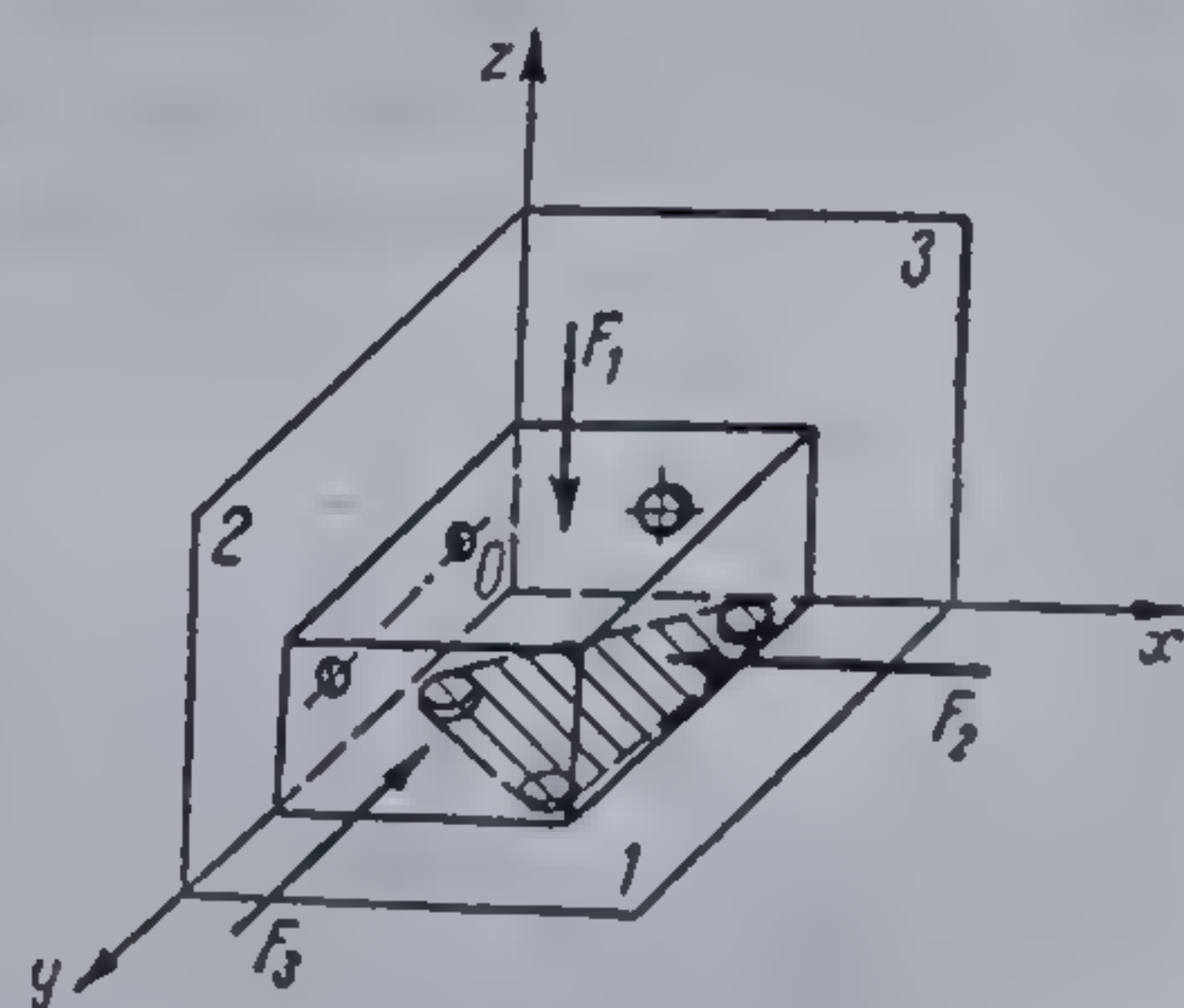


Fig. 6.3. Schema de orientare și fixare în dispozitiv pentru piese prismatice.

grade de libertate: translația în lungul axei Oz ; rotația în jurul axei Ox ; rotația în jurul axei Oz .

De pe suprafața $ADHE$ se proiectează punctele de sprijin 4 și 5 pe planul yOz . Punctele proiectate în 4' și 5' determină o bază de ghidare și elimină două grade de libertate: translația în jurul axei Ox și rotația în jurul axei Oz .

Punctul 6 proiectat în 6' pe planul xOz reprezintă baza de sprijin și elimină ultimul grad de libertate: translația în lungul axei Oy .

Pentru menținerea poziției static determinată a piesei sînt necesare trei forțe de strîngere F_1, F_2, F_3 dispuse perpendicular pe cele trei baze: așezare, ghidare, sprijin.

În figura 6.3 este reprezentată schema de orientare și fixare în dispozitiv pentru aceeași piesă prismatică.

b. Orientarea și fixarea pieselor cilindrice

Acestea pot fi lungi sau scurte. Pentru obținerea orientării și fixării complete a arborelui din figura 6.4 se aleg șase puncte de sprijin orientate pe cele trei plane xOy, xOz, yOz .

Punctele 1' și 2' creează o bază de ghidare pe planul xOy și elimină două grade de libertate: translația în jurul axei Oz și rotirea în jurul axei Ox . Punctele 3 și 4, proiectate în planul yOz , stabilesc o bază de ghidare și elimină două grade de libertate: translația în lungul axei Ox și rotirea în jurul axei Oz . Din punctele 1', 2', 3' și 4', prin eliminarea celor patru grade de libertate, se formează o bază dublă de ghidare. Este cazul de orientare și fixare a prismelor normale cu patru puncte de sprijin. Proiecția punctului 5 în planul xOz elimină un grad de libertate prin eliminarea translației corpului în lungul axei Oy .

Pînă în prezent există o orientare și fixare simplificată prin eliminarea celor cinci grade de libertate. Pentru stabilirea poziției static determinate, cînd se impune și o poziționare unghiulară pentru prelucrarea pieselor cilindrice, se preia cel de al șaselea grad de libertate, cu ajutorul unui canal de pană executat în piesă și a unei pene, punctul 6 realizînd astfel o bază de sprijin. Pentru menținerea poziției static determinate a piesei este necesară o forță de strîngere F (fig. 6.5).

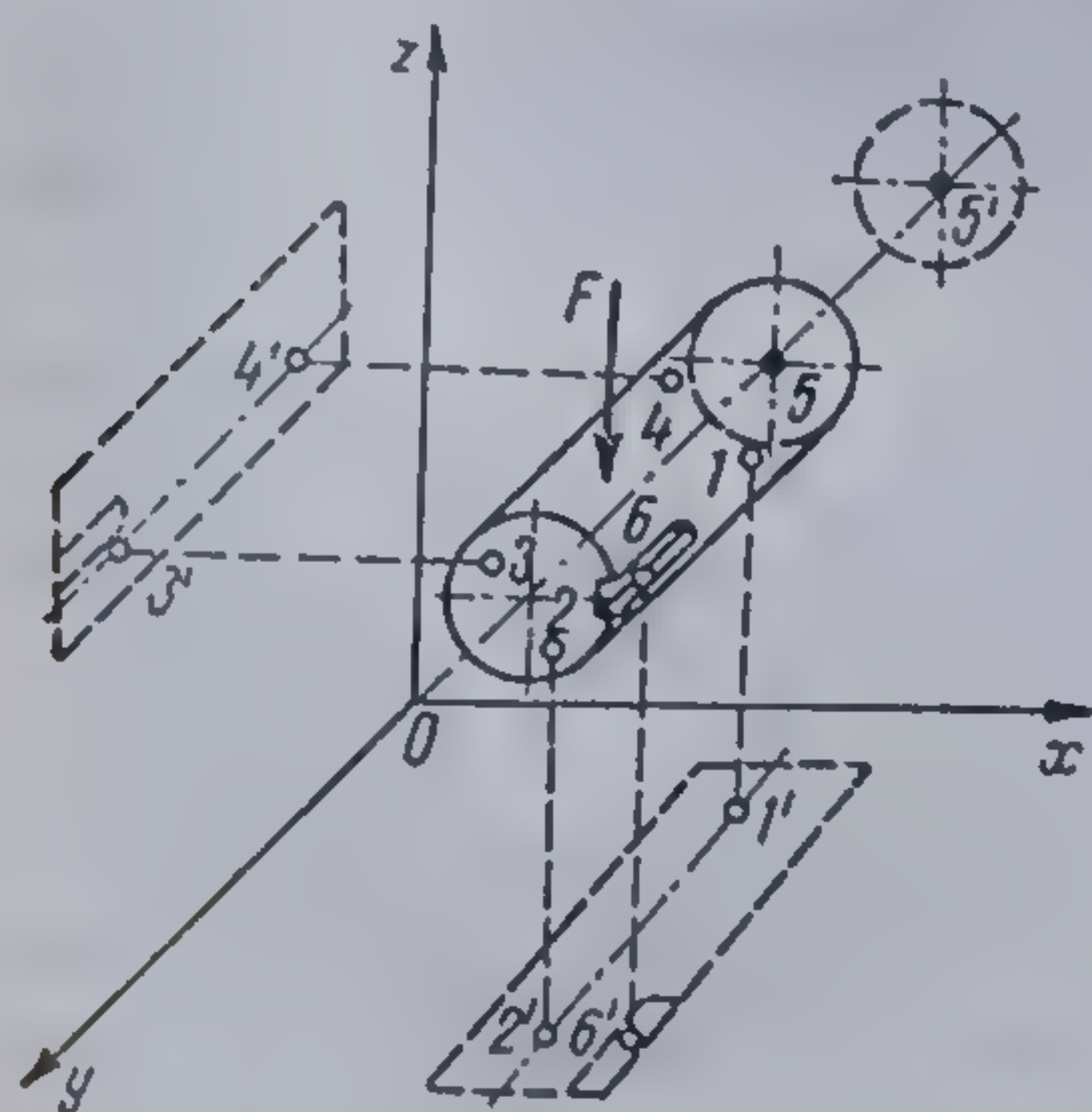


Fig. 6.4. Schema de orientare și fixare în spațiu pentru piese cilindrice lungi.

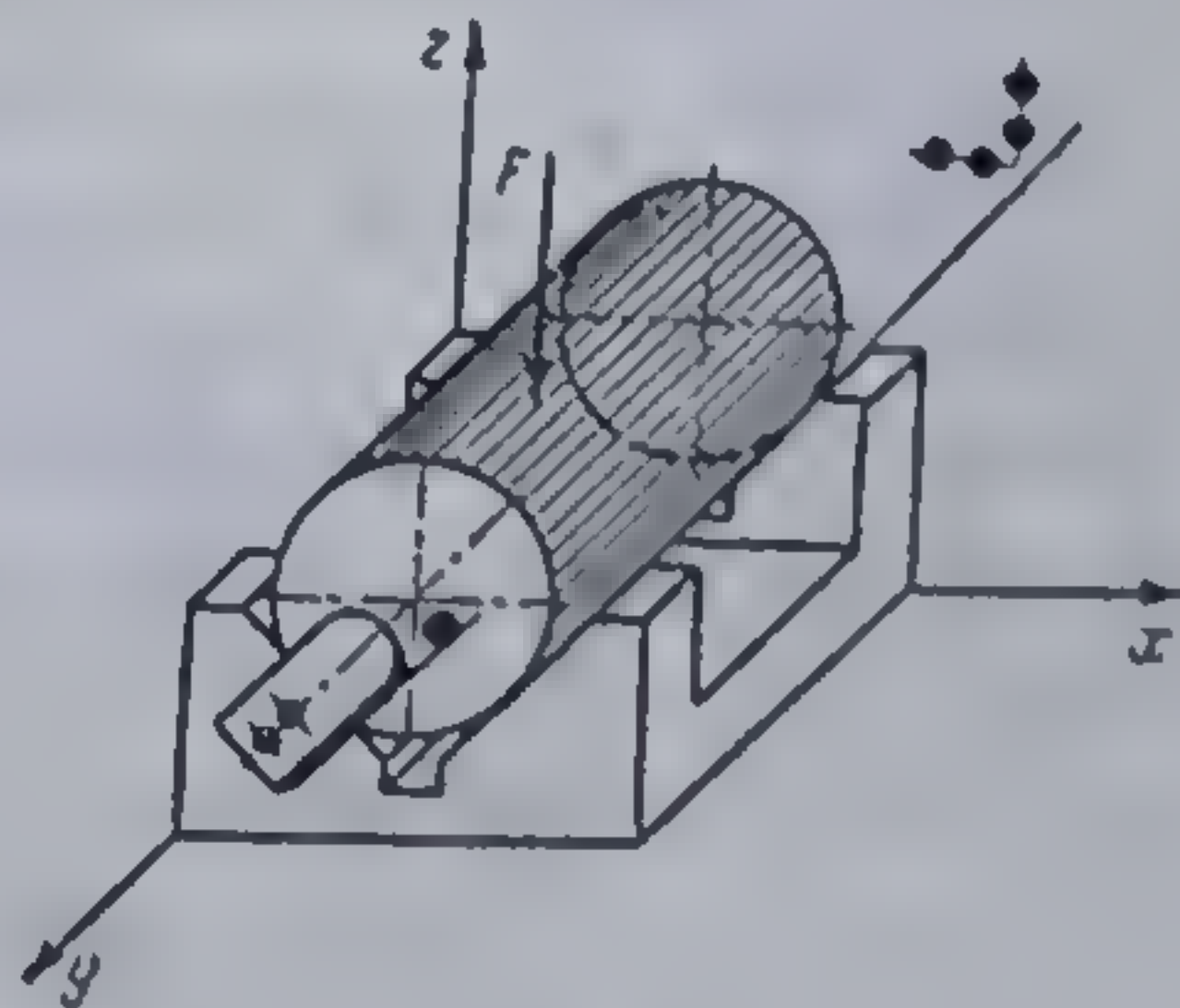


Fig. 6.5. Schema de orientare și fixare în dispozitiv (prismă normală, cu reazem frontal) pentru piese cilindrice lungi.

2. PRINCIPII ÎN ORIENTAREA ȘI FIXAREA PIESELOR LA PRELUCRARE ȘI CONDIȚIILE IMPUSE SCHEMELOR DE ORIENTARE ȘI FIXARE

În vederea orientării și fixării (bazării) tehnologice trebuie cunoscute unele noțiuni privind modul de alegere al bazelor tehnologice, al rolului și importanței lor.

Costul și precizia prelucrării unei piese, în general, depind de felul cum este prevăzut așezarea, deoarece o mare parte din timpul ajutor al operației este consumat de orientarea, fixarea și în special cu verificarea poziției piesei pe mașina-unealtă. Pentru a nu se crea probleme cu verificarea poziției piesei, cât și a trasajului, procedeul cel mai indicat este așezarea piesei în dispozitiv, asigurându-se poziția suprafeței de prelucrare a piesei în raport cu traiectoria muchiei așchietoare a sculei.

Un rol de seamă în vederea asigurării preciziei de prelucrare îl are alegerea bazelor de prelucrare, prin care este asigurată poziția suprafeței care se prelucrează față de sculă. Această poziție poate să ducă la erori în caz că nu sînt respectate condițiile de așezare, ghidare și sprijin. Bazele tehnologice trebuie alese în așa fel, încît, erorile de prelucrare să fie cele mai mici și prelucrarea să se execute economic. Trebuie avut în vedere ca la orientare și fixare să se asigure precizia în ceea ce privește poziția relativă a suprafețelor, pentru a nu apărea erori de prelucrare suplimentare.

La semifabricatele brute, neprelucrate, se aleg ca baze de prelucrare acelea la care adaosul de prelucrare este mai mic, iar suprafețele alese drept baze trebuie să fie netede, să nu aibă bavuri sau adaosuri de turnare. Suprafețele neprelucrate folosite ca baze de prelucrare la prima operație nu pot fi întrebuintate la alte orientări și fixări, indiferent de precizia execuției. Deci o importanță deosebită la prelucrarea semifabricatelor constă în alegerea poziției piesei și a suprafeței la care se execută prima operație, întrucît această alegere afectează întreaga desfășurare a procesului de prelucrare.

Bazele de prelucrare se aleg luîndu-se în considerare și condițiile de fixare a piesei. De aceea, pentru așezare se alege suprafața cu dimensiunile cele mai mari care este bază tehnologică principală și elimină trei grade de libertate, pentru ghidare suprafața mai lungă care elimină două grade de libertate, iar pentru reazem suprafața cu dimensiunile cele mai mici, eliminînd un singur grad de libertate.

Modul de orientare și fixare a piesei la prelucrare se poate reprezenta prin simboluri care formează o schemă de orientare și fixare. Pentru întocmirea acestor scheme se pornește de la schița semifabricatului sau a piesei nefinite și după stabilirea operațiilor tehnologice, în vederea prelucrării direct pe mașina-unealtă sau în dispozitiv, se recurge la una din schemele de orientare și fixare completă sau simplificată. Schema de orientare și fixare completă, care stabilește o poziție static determinată a piesei, se aplică la unele operații de prelucrare a găurilor, de frezare, de mortezare etc. În cazurile operațiilor de strunjire, broșare și a altor operații, care în procesul prelucrării nu necesită eliminarea tuturor gradelor de libertate, se elaborează scheme de orientare și fixare simplificate.

3. SIMBOLURILE UTILIZATE ÎN SCHEMELE DE ORIENTARE ȘI FIXARE

Cu ajutorul semnelor convenționale, la alcătuirea schemelor de orientare și fixare se pune în evidență rolul și forma bazei, tipul și forma elementului de bazare, felul și modul de strângere și numărul gradelor de libertate preluat de fiecare bază în parte.

Pentru a se ușura înțelegerea schemelor de orientare și fixare și pentru a reda în mod sugestiv forma elementelor folosite pentru legarea gradelor de libertate, cum și pentru a indica numărul punctelor de sprijin corespunzător fiecărei baze, se recomandă folosirea simbolurilor cuprinse în tabelul 6.1. În cadrul simbolurilor, fiecare punct reprezintă preluarea unui grad de libertate.

Simbolurile din tabelul 6.1 prezintă și avantajul unificării simbolizării folosită la elaborarea schemelor de orientare și fixare și înlocuiește diversele simbolizări aplicate diferit de la o întreprindere la alta.

Pentru a se dovedi avantajele noului sistem de reprezentare se vor analiza schemele de orientare și fixare, elaborate după acest sistem în vederea prelucrării unor piese.

Schema de orientare și fixare din figura 6.6 indică așezarea pe o suprafață plană, care leagă trei grade de libertate, centrarea pe suprafața 2 cu legarea a două grade de libertate, realizată cu o bușă rigidă, și orientarea unghiulară cu un bolț frezat, care leagă un grad de libertate. Strângerea este aplicată pe suprafața 4, cu închiderea forțelor prin baza plană 1. După numărul punctelor plasate pe semnele convenționale ale elementelor de orientare, se constată că este o orientare completă fiind legate toate cele șase grade de libertate. Deoarece reazemele sînt o suprafață plană de așezare, o bușă rigidă și un bolț frezat, se poate ridica cu ușurință schema de principiu a dispozitivului și se pot face unele considerații economice asupra acestuia.

În figura 6.7 este reprezentată schema de orientare și fixare pentru corpul lagărului. Suprafața 3 este o suprafață plană de așezare, care leagă trei grade de libertate. Depasările pe două direcții, perpendiculare între ele, în planul suprafeței 3 sînt legate de centrarea pe suprafața 1 cu ajutorul unei prisme înguste fixe (v. tab. 6.1, poz. 15), iar rotirea piesei în jurul axei perpendiculare pe suprafața 3 este legată prin punctul de sprijin plasat pe suprafața 2 și redat prin simbolul de la poziția 3 (v. tabelul 6.1).

Din analiza schemei din figura 6.8 rezultă că piesa se așază pe suprafața plană 2, se centrează pe suprafața 1 (pe un dorn elastic scurt) și se sprijină suplimentar

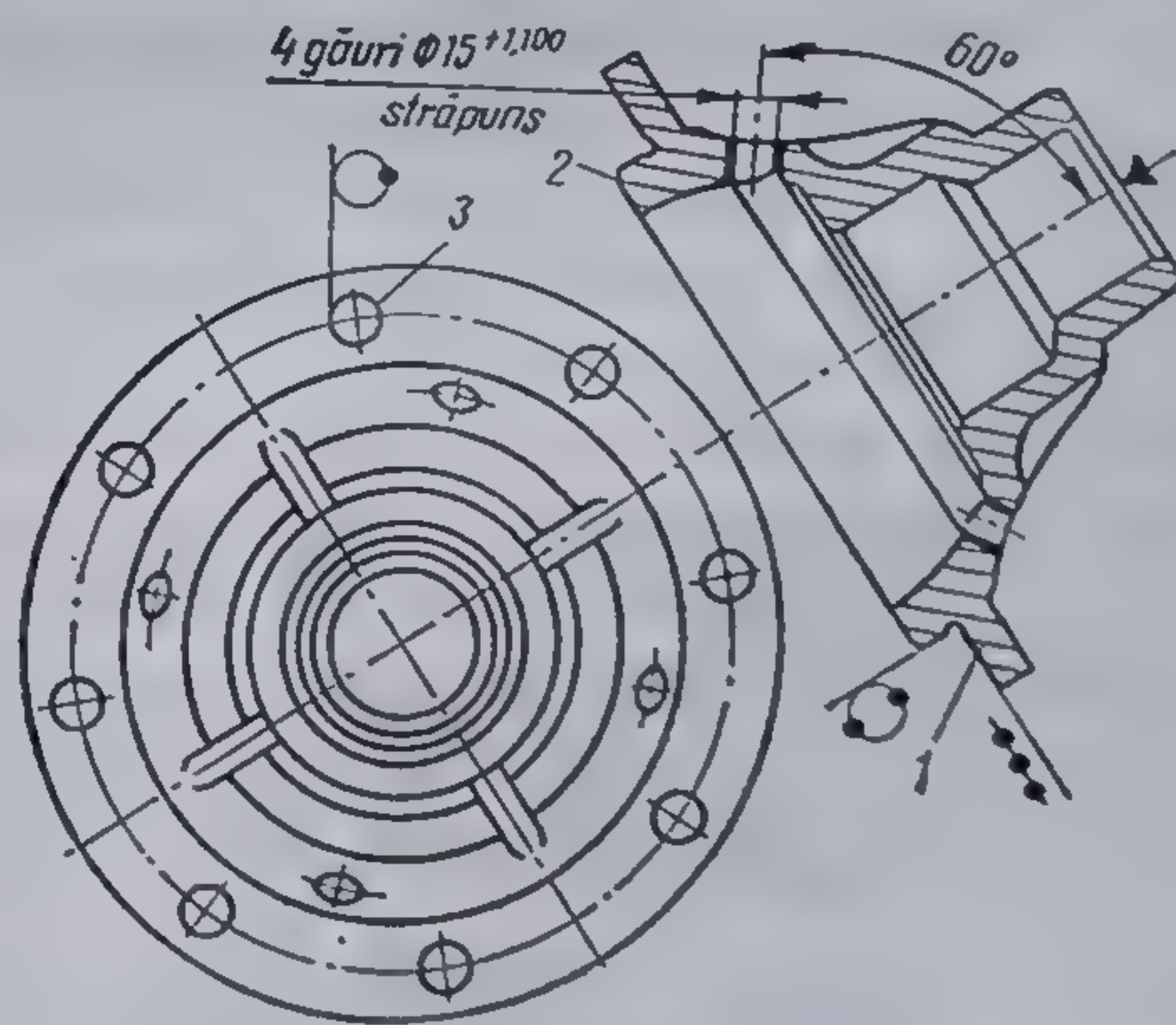


Fig. 6.6. Schema de orientare și fixare convențională pentru burghiarea semicarcasii diferențialului.

Simbolizarea convențională

Tabelul 6.1

Nr. crt.	Denumirea bazării sau a strîngerii	Reprezentarea convențională
1	Orientare pe suprafețe plane cu trei puncte de sprijin (bază de așezare)	
2	Orientare pe suprafețe plane cu două puncte de sprijin (bază de ghidare)	
3	Orientare pe suprafețe plane cu un punct de sprijin (bază de sprijin)	
4	Orientare pe suprafețe plane (pe o direcție) cu un punct de sprijin	
5	Sprijin suplimentar pe suprafețe plane care nu elimină grade de libertate (Reazem auxiliar)	
6	Orientare pe ghidaje cu două puncte de sprijin	
7	Orientare pe ghidaje cu un punct de sprijin	
8	Orientare pe canale de pană cu două puncte de sprijin	
9	Orientare pe canale de pană cu un punct de sprijin	
10	Orientare pe suprafețe curbe cu trei puncte de sprijin	
11	Orientare pe un bolț scurt cu două puncte de sprijin (bază de centrare)	
12	Orientare pe un bolț lung cu patru puncte de sprijin (bază dublă de centrare)	
13	Orientare pe un bolț frezat cu un punct de sprijin (bază de sprijin)	

Tabelul 6.1 (continuare)

Nr. crt.	Denumirea bazării sau a strîngerii	Reprezentarea convențională
14	Orientare pe o prismă normală cu patru puncte de sprijin (bază dublă de ghidare)	
15	Orientare pe o prismă îngustă cu două puncte de sprijin (bază dublă de sprijin)	
16	Orientare pe conuri lungi cu cinci puncte de sprijin (bază dublă de centrare plus o bază de sprijin)	
17	Orientare pe conuri scurte cu trei puncte de sprijin (bază de centrare plus o bază de sprijin)	
18	Orientare pe suprafețe filetate cu patru puncte de sprijin și strîngere principală	
19	Strîngere principală	
20	Strîngere de reglare (prealabilă)	
21	Centrare și fixare din două direcții cu un punct de sprijin	
22	Centrare și fixare din două direcții cu două puncte de sprijin	
23	Centrare și fixare din două direcții cu trei puncte de sprijin	
24	Centrare și fixare din două direcții cu patru puncte de sprijin	
25	Strîngere principală din două direcții	
26	a) Centrare și fixare din trei direcții cu două puncte de sprijin b) Centrare din trei direcții cu două puncte de sprijin	

Tabelul 6.1 (continuare)

Nr. crt.	Denumirea bazării sau a stringerii	Reprezentarea convențională
27	a) Centrare din trei direcții cu patru puncte de sprijin b) Centrare și fixare din trei direcții cu patru puncte de sprijin	
28	Centrare și fixare din trei direcții cu cinci puncte de sprijin (bare cu secțiune pătrată)	
29	Strângere principală din trei direcții	
30	Combinații între elemente de bazare și de strângere	

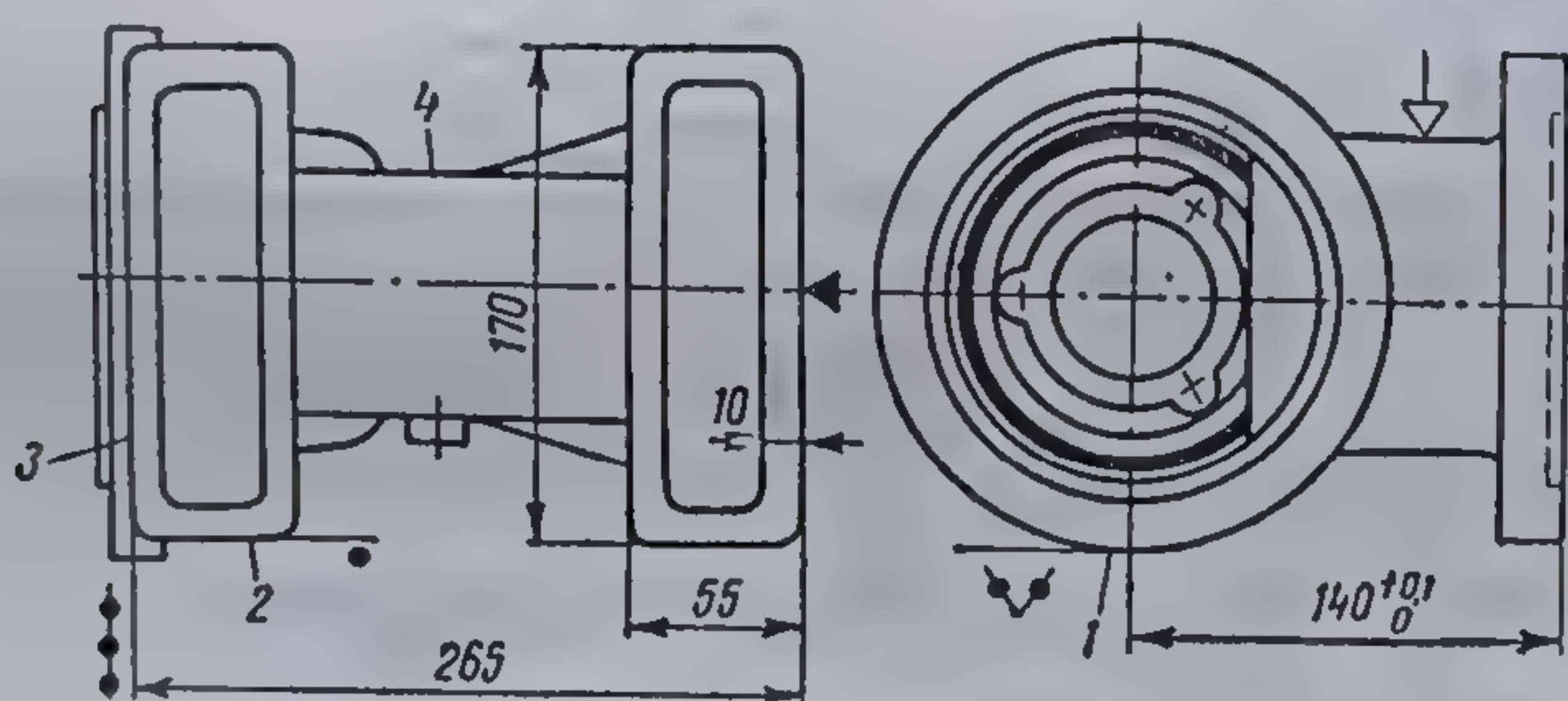


Fig. 6.7. Schema de orientare și fixare convențională pentru frezarea lagărului.

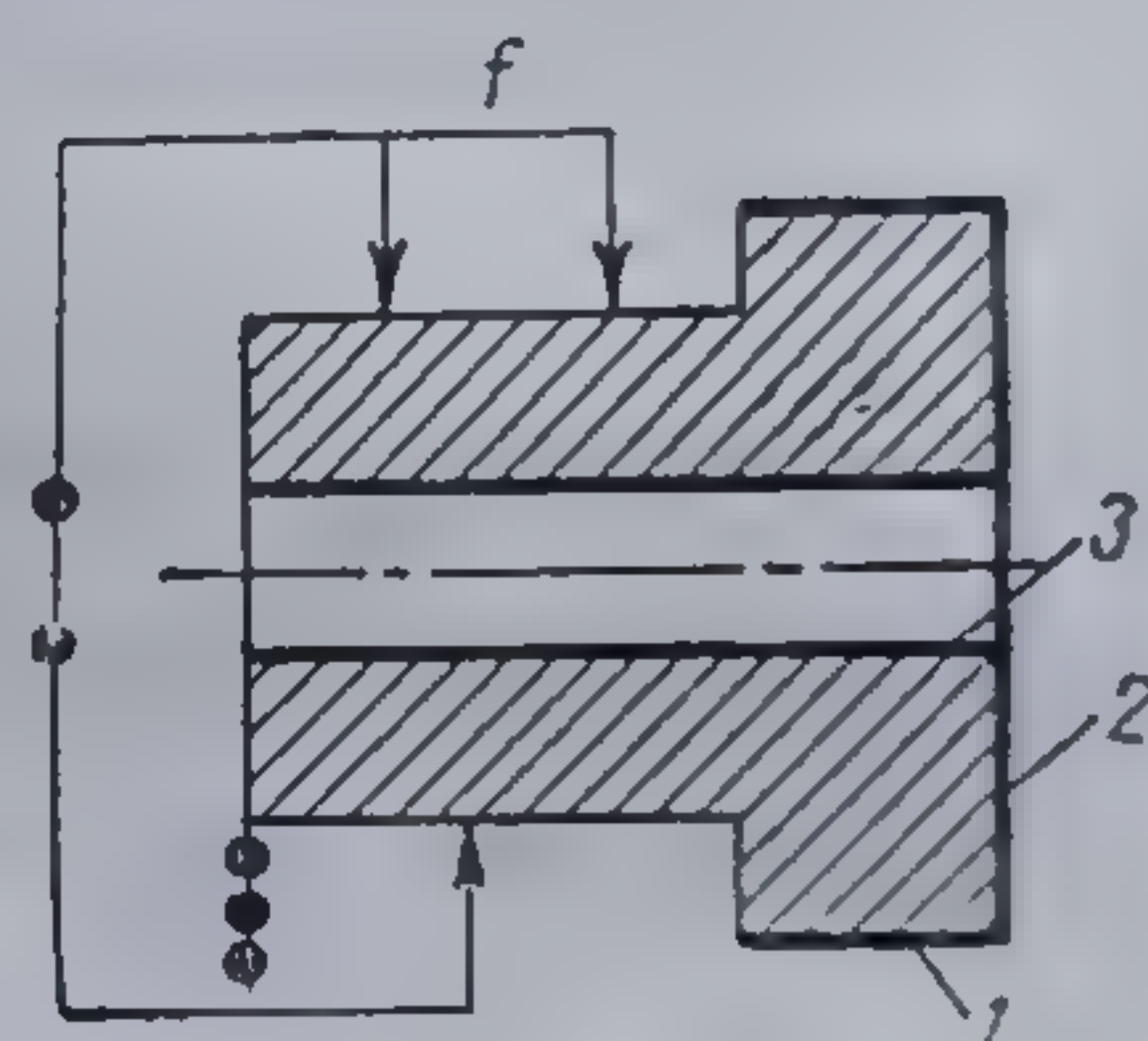


Fig. 6.9. Schema de orientare și fixare pentru o piesă cilindrică.

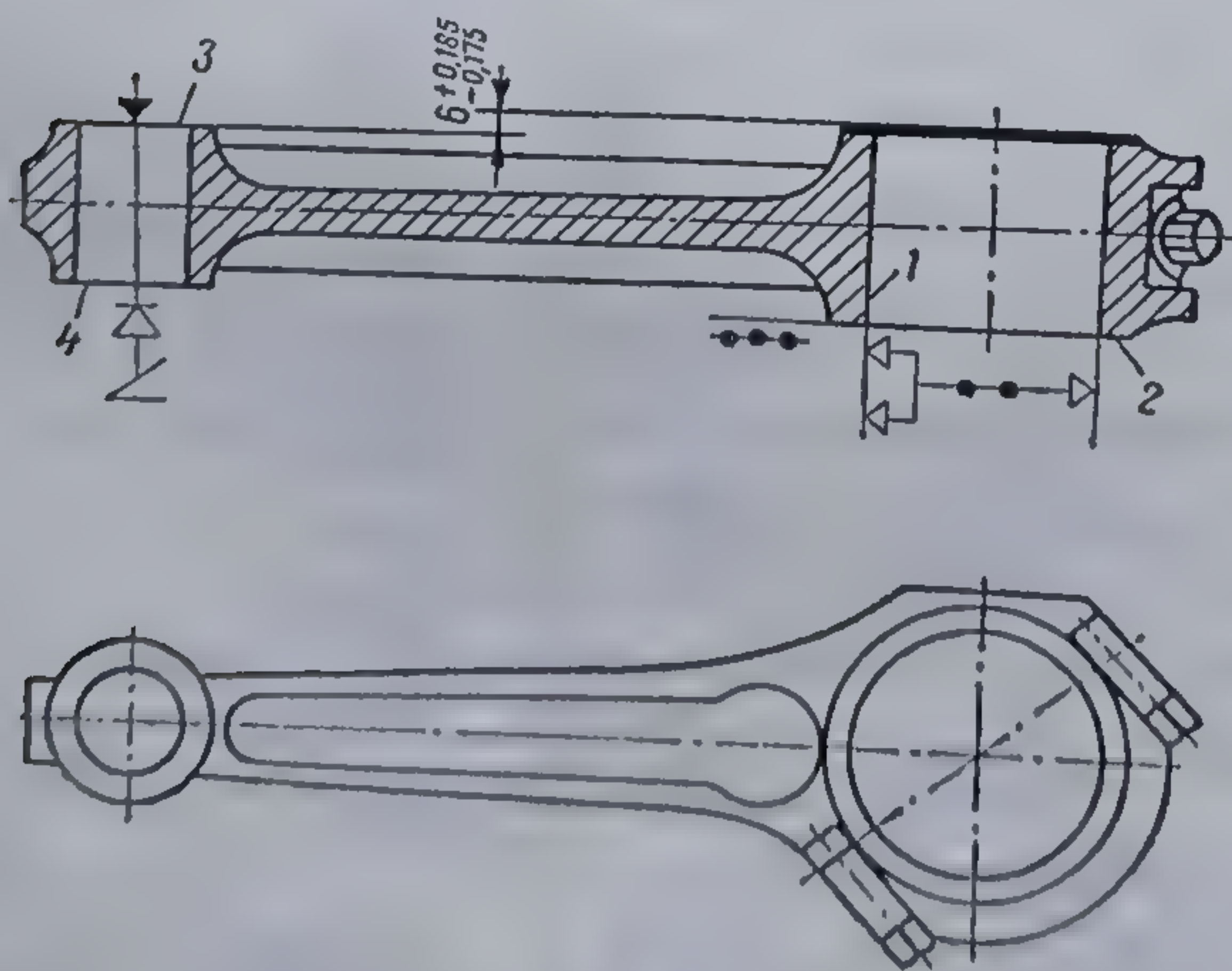


Fig. 6.8. Schema de orientare și fixare convențională pentru rectificarea bielei.

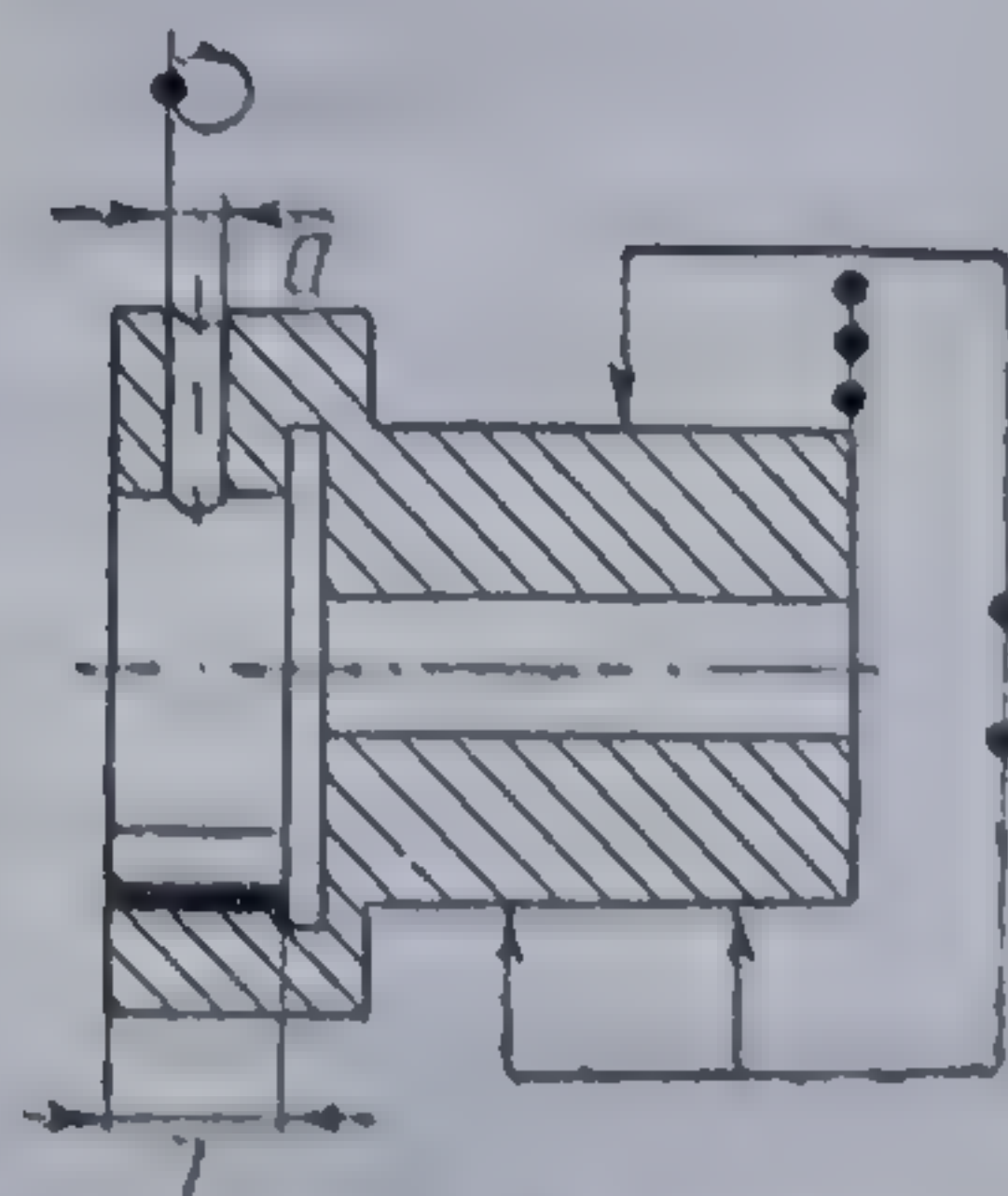


Fig. 6.10. Schema de orientare și fixare la operația de mortezare.

pe suprafața 4, pentru preluarea efortului principal de strângere aplicat pe suprafața 3.

În cazul unei piese cilindrice, care se prelucurează prin aşchiere pe strung, schema de orientare şi fixare este reprezentată în figura 6.9. În vederea prelucrării suprafeţelor 1, 2 şi 3, semifabricatul este aşezat cu suprafaţa frontală stîngă în universal, avînd în acest caz o bază de aşezare; prin intermediul celor trei fălci ale universalului se realizează centrarea şi fixarea în trei direcţii cu două puncte de sprijin, astfel încît în final se obţine o orientare şi o fixare simplificată cu preluarea a cinci grade de libertate, dar cu posibilitatea de rotire în jurul axei proprii. Aceeaşi schemă de orientare şi fixare se aplică şi în cazul fixării pieselor cilindrice în universalul maşinii de rectificat universală.

În cazul operaţiei de mortezare, pe lungimea L a canalului de pană (fig. 6.10), este necesară o orientare şi o fixare completă, cu preluarea tuturor gradelor de libertate. În plus, faţă de schema de orientare şi fixare din figura 6.8, pentru eliminarea rotirii piesei în jurul axei proprii, se foloseşte un bolţ frezat introdus în alezajul cu diametrul D (care reprezintă o bază de sprijin).

4. ERORILE DE ORIENTARE A PIESELOR ÎN VEDEREA PRELUCRĂRII

Alegerea bazelor are o mare influenţă asupra preciziei de prelucrare, deoarece o orientare greşită poate compromite prelucrarea unei piese, întrucît erorile rezultate influenţează direct precizia dimensională, de formă şi de poziţie a suprafeţelor prelucrate. Pentru a arăta importanţa ce trebuie acordată elaborării schemelor de orientare şi fixare, se vor analiza erorile care apar datorită alegerii bazelor şi căile ce pot fi folosite pentru eliminarea sau diminuarea lor.

Piesa din figura 6.11, *a*, în vederea executării operaţiei de frezare, necesită orientarea pe două suprafeţe: $A-A$ (bază de aşezare) şi $A-B$ (suprafaţă de ghidare). Dimensiunea de $22_{-0,33}$ mm se obţine în toleranţa prescrisă, deoarece eroarea de orientare este nulă (baza de ghidare $A-B$ este o bază principală şi de măsurare în acelaşi timp). În schimb, cota $12 \pm 0,35$ mm va fi influenţată de toleranţa dimensiunii de 50 mm, deoarece baza de aşezare $A-A$, pentru suprafaţa $C-C$, este o bază auxiliară şi nu coincide cu baza de măsurare $C-C$. În cazul producţiei în serie mare şi în masă, scula va fi reglată astfel încît, pentru toate piesele frezate între două reascuţiri, să se menţină constantă cota H . Deci, la prelucrarea pieselor cu cota de 50,5 mm, înălţimea pragului va fi de 12,50 mm, mai mare decît dimensiunea maximă prescrisă de 12,35 mm, iar la prelucrarea pieselor cu cota de 49,50 mm, înălţimea pragului va fi de 11,50 mm, adică mai mică decît dimensiunea minimă prescrisă. Această situaţie se datorează erorii de orientare ϵ_0 , care în cazul de faţă este egală cu cîmpul de toleranţă al cotei de 50 mm şi se datoreşte folosirii suprafeţei $A-A$ ca bază de aşezare, suprafaţă care în cazul dat este o bază auxiliară.

În acest caz, schema de orientare aleasă poate fi utilizată numai pentru prelucrarea pieselor la care toleranţele dimensiunii de 50 mm sînt mai mici decît cele prescrise pentru înălţimea locaşului, adică la

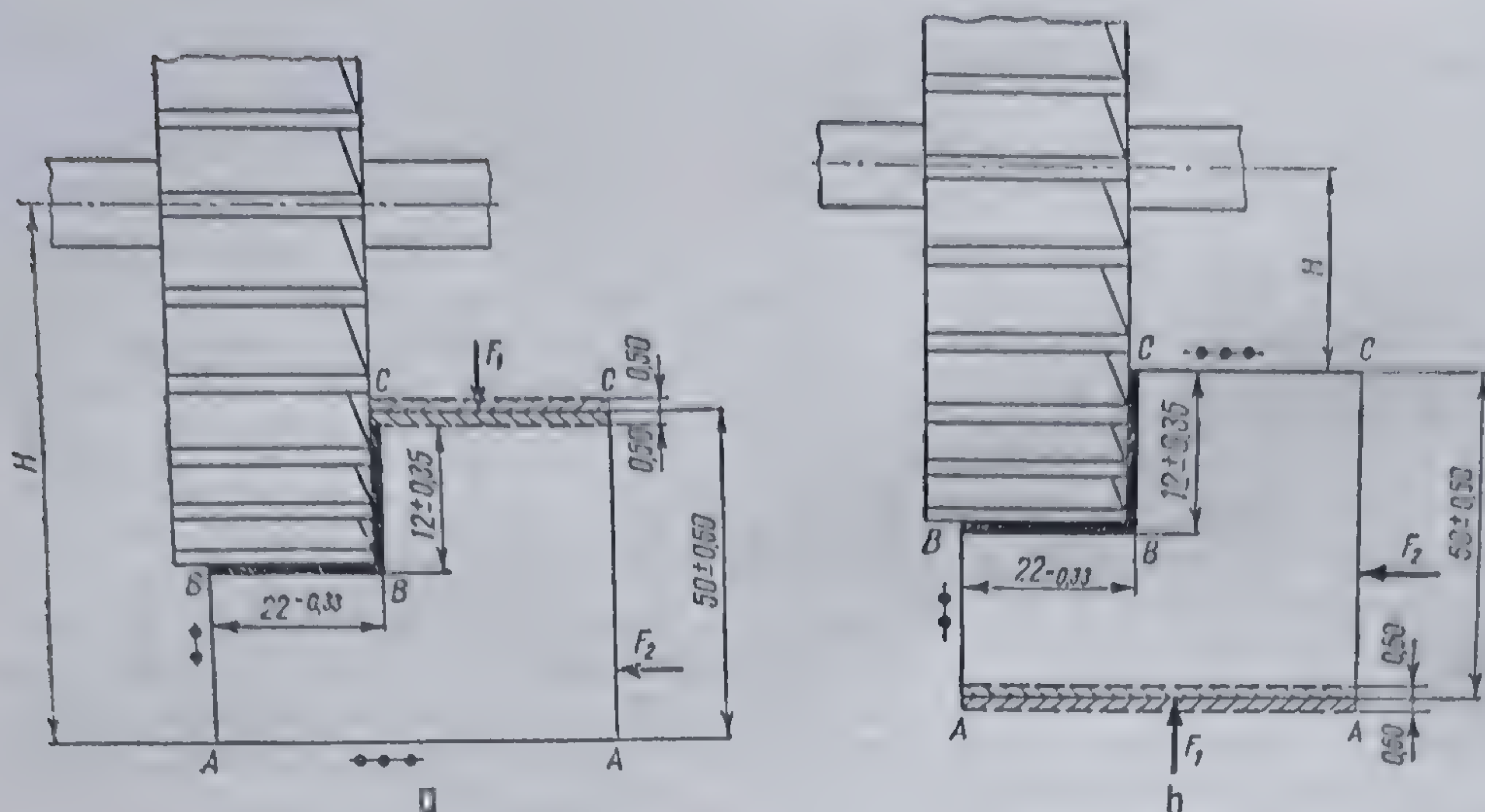


Fig. 6.11. Scheme pentru determinarea erorilor de orientare și fixare.

acelea la care eroarea de orientare este mai mică decât toleranța prescrisă dimensiuni de 12 mm, $\epsilon_0 \pm 0,35$ mm.

Dacă reglarea se face după dimensiunea maximă de 50,5 mm, atunci la prelucrarea pieselor cu dimensiunea minimă de 49,5 mm, înălțimea pragului va fi de 12—1 mm, adică de 11 mm, deci cu mult sub dimensiunea minimă prescrisă, iar dacă reglarea se face după dimensiunea minimă de 49,50 mm, la prelucrarea pieselor cu dimensiunea maximă de 50,5 mm va rezulta înălțimea locașului de 12+1 mm, adică 13 mm, de asemenea cu mult peste dimensiunea maximă prescrisă.

Piesa poate fi prelucrată prin frezare fără să apară rebuturi, dacă se are în vedere următoarele:

- prelucrarea prealabilă a bazei auxiliare A—A, în scopul micșorării cîmpului de toleranță al cotei de 50 mm, în așa fel încît să rezulte un cîmp de toleranță mai mic decât cel prescris cotei de 12 mm, adică $T_{50} < T_{12}$, sau eroarea de orientare pentru înălțimea pragului să fie mai mică decât toleranța prescrisă $\epsilon_0 < T_{12}$;

- schimbarea bazelor auxiliare cu baze principale, care sînt în același timp și baze de măsurare (fig. 6.11, b).

A doua soluție prezintă avantajul eliminării totale a erorilor de orientare și fixare pentru ambele cote care trebuie realizate la prelucrare, în-

trucît bazele C—C și A—B în același timp baze de prelucrare și baze de măsurare (sau funcționale). Freza se reglează în raport cu cele două baze de măsurare A—B și C—C, încît, între două reascuțiri ale ei, cota H și cota de 22 mm rămîn constante. În acest fel, toleranțele cotei de 50 mm nu mai influențează înălțimea locașului (co-

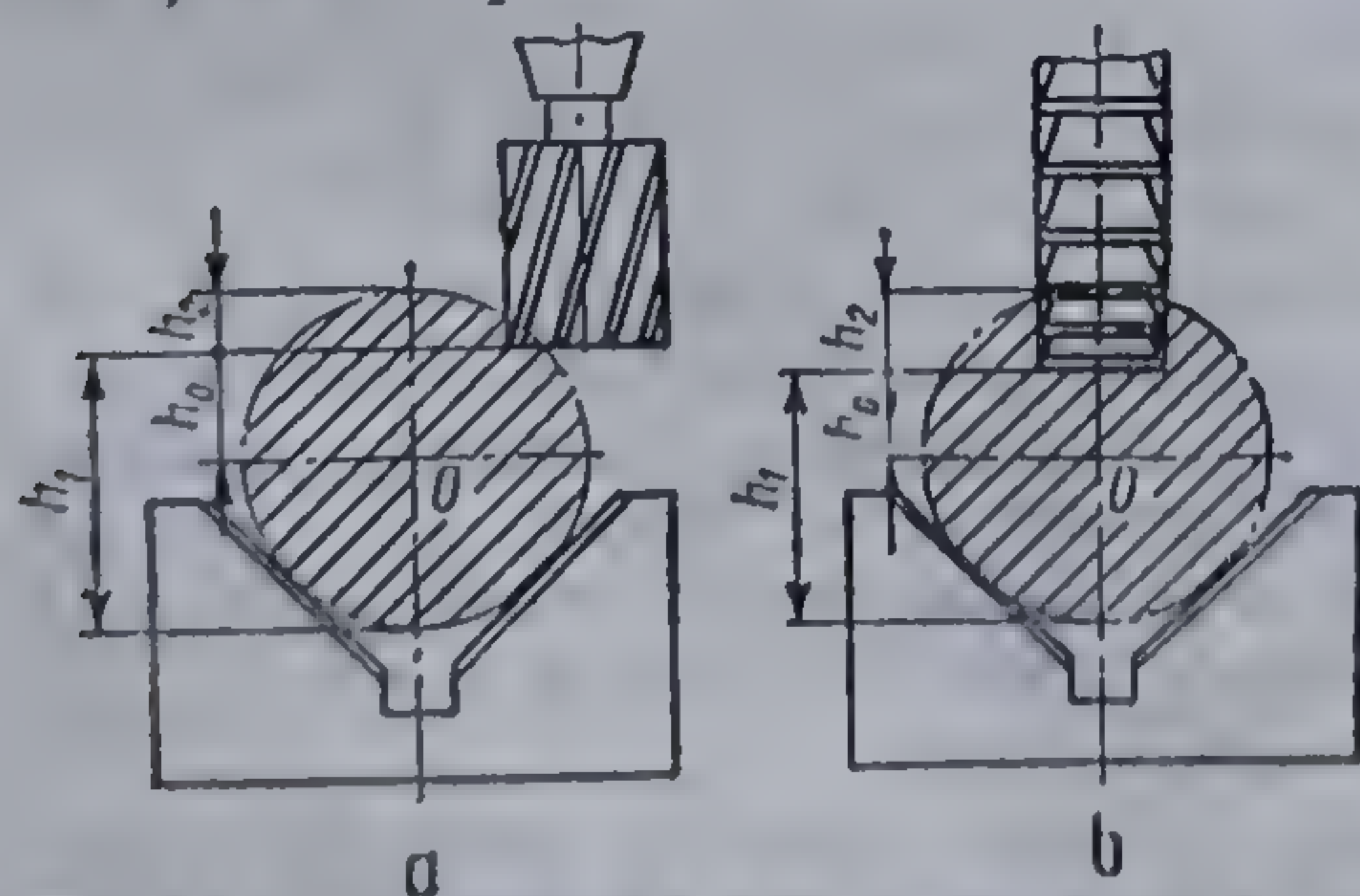


Fig. 6.12. Exemple de prelucrări și cotări cu orientarea și fixarea pieselor pe prisme.

ta de 12 mm) și cele două dimensiuni cerute în prelucrare se pot obține în toleranțele prescrise, deoarece erorile de orientare și fixare sînt nule.

Orientarea și fixarea pe prisme folosește întotdeauna ca baze suprafețele curbe exterioare ale pieselor, care sînt baze auxiliare. Din această cauză, nu este posibilă coincidența bazelor de așezare cu cele de măsurare, rezultînd erori de orientare a căror mărime depinde de sistemul de cotare, de unghiul la vîrf al prisme și de cîmpul de toleranță al semifabricatului.

În exemplele din figura 6.12 cota h_0 nu poate fi măsurată iar cota h_2 se verifică numai în cazul în care prelucrarea are loc numai pe o anumită porțiune din lungimea piesei. Cota h_1 poate fi măsurată în toate cazurile; de aceea se recomandă ca ea să fie indicată în documentația tehnică de execuție.

Schema de orientare și fixare din figura 6.13 (bisectoarea prisme dispusă la 45°), cu toate că elimină total eroarea de orientare și fixare pentru cota h_1 , prezintă dezavantajul deplasării axei canalului de pană în raport cu axa verticală de simetrie a piesei. Erorile de orientare și fixare corespunzătoare cotelor h_1 , h_0 , h_2 și h_3 vor fi: $\epsilon_1=0$; $\epsilon_2=T_d$; $\epsilon_0=\epsilon_3=\frac{T_d}{2}$. Din această cauză, această schemă se recomandă numai pentru frezarea sau strunjirea suprafețelor frontale.

La orientarea pieselor pe dornuri rigide sau pe bolțuri (fig. 6.14), erorile de orientare provin din cauza jocului dintre alezaj și dorn, care face

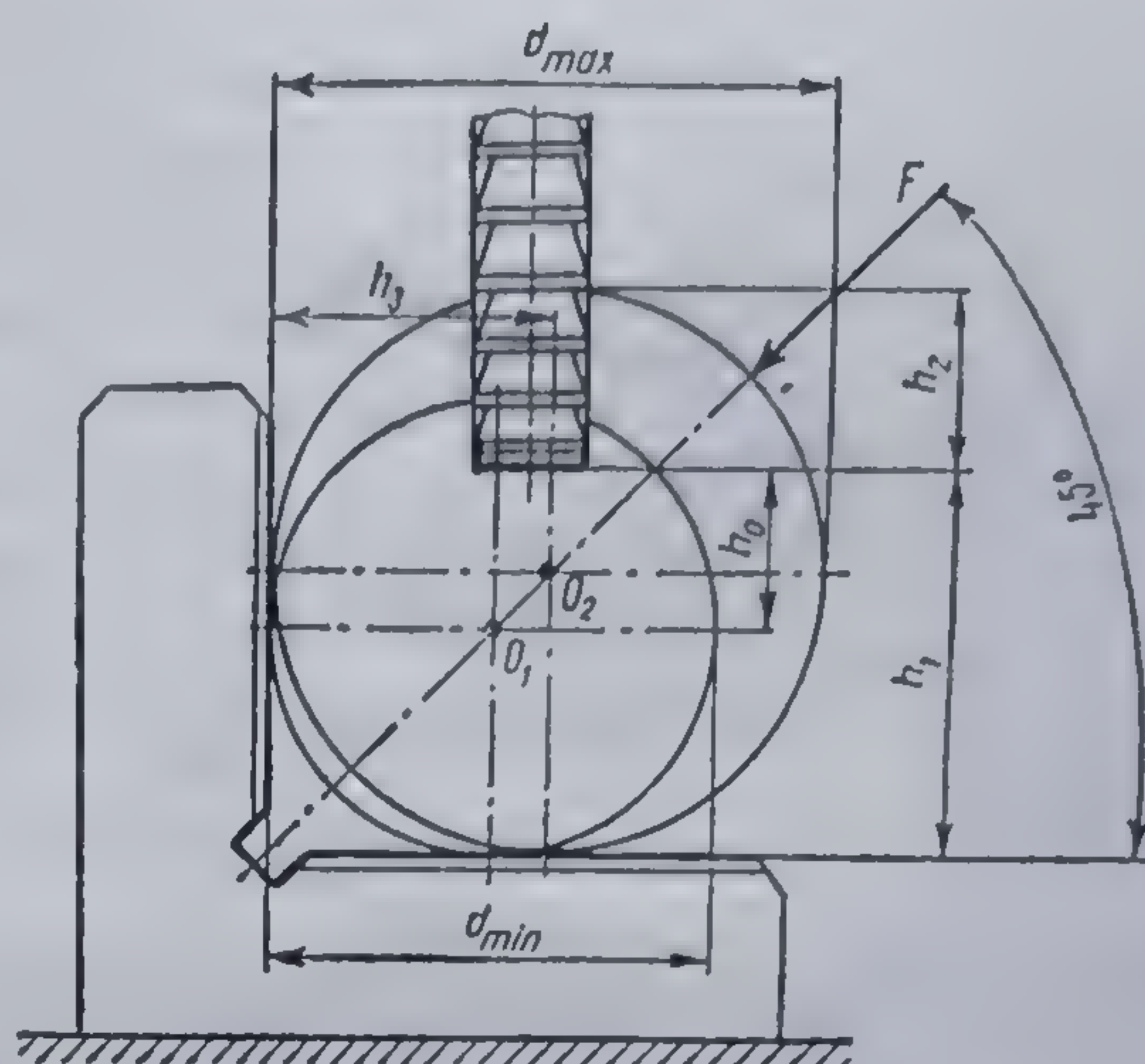


Fig. 6.13. Orientarea și fixarea pe prisme cu bisectoare dispusă la 45° .

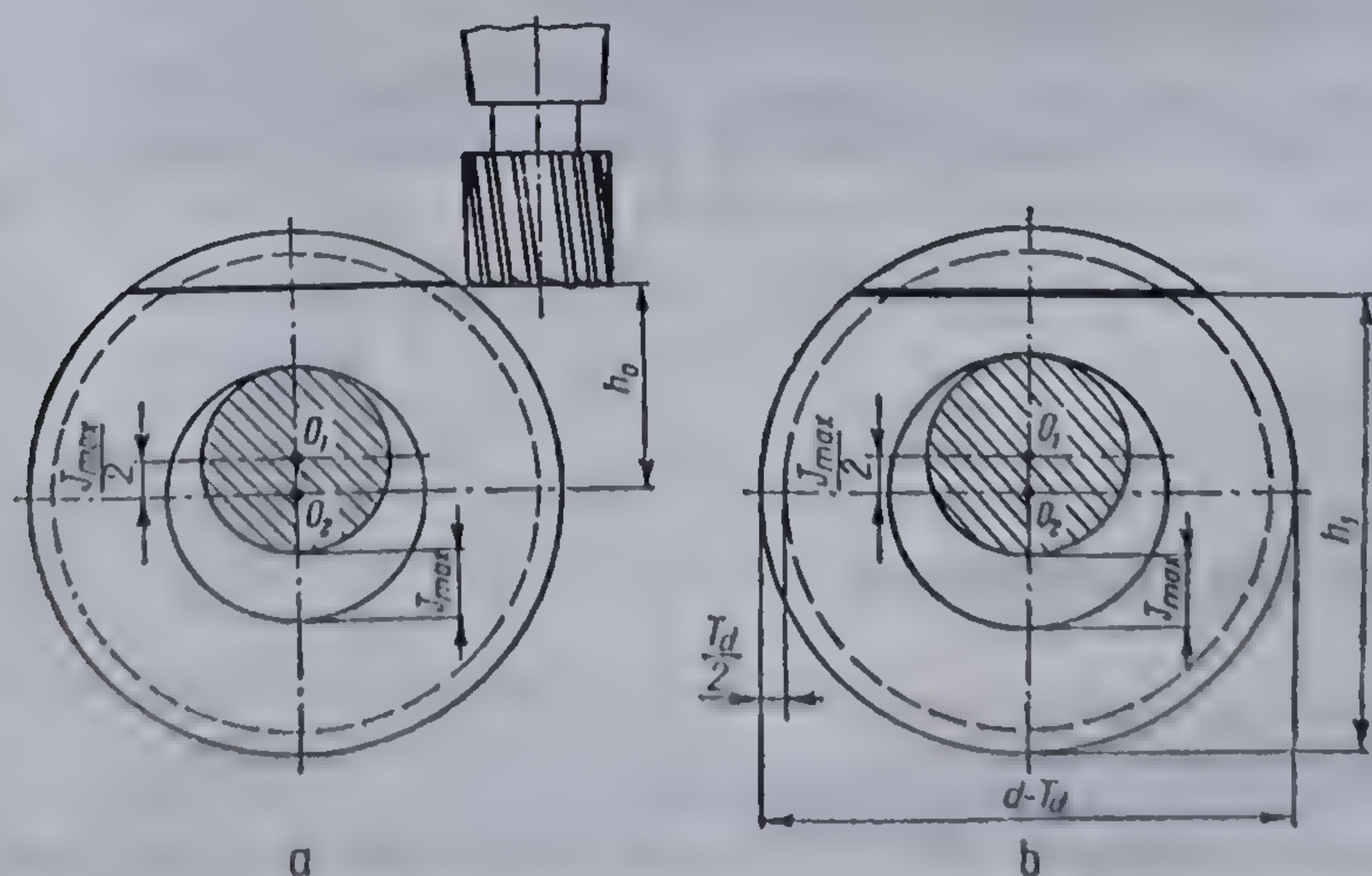


Fig. 6.14. Orientarea și fixarea pe dornuri rigide sau pe bolțuri.

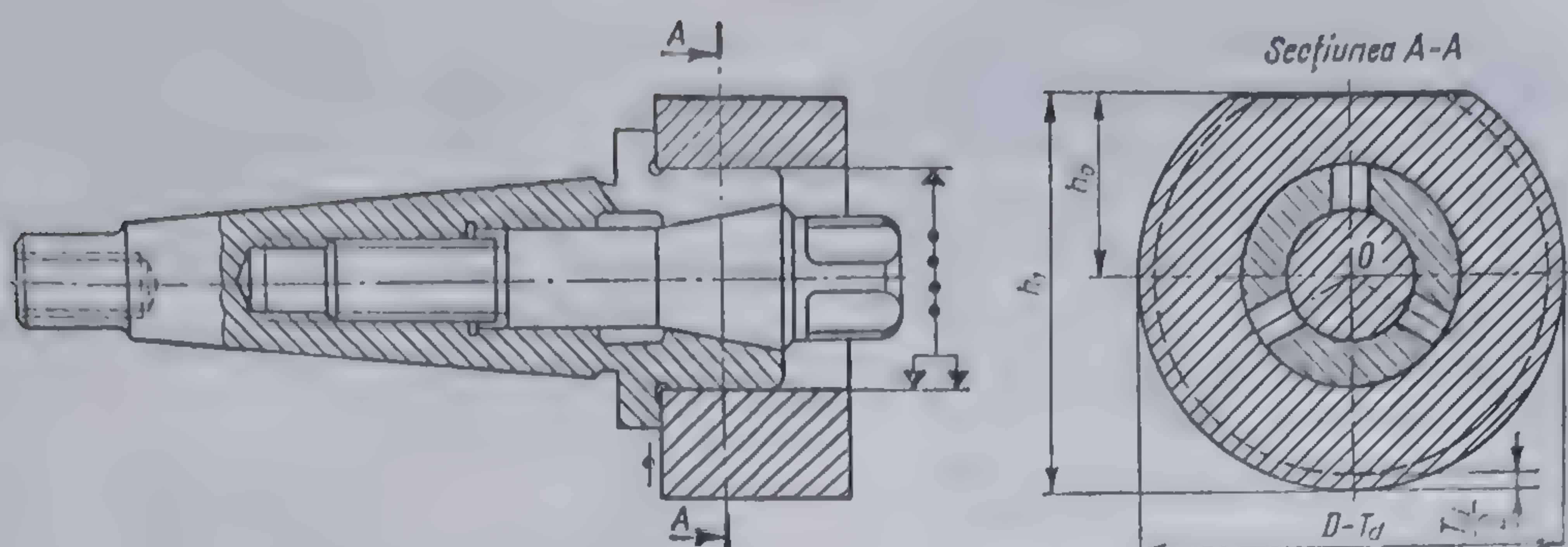


Fig. 6.15. Orientarea și fixarea pe dornuri elastice.

imposibilă suprapunerea axei alezajului semifabricatului peste axa geometrică a dornului. În același timp, eroarea de orientare este influențată și de toleranța la diametrul semifabricatului. Astfel, eroarea de orientare și fixare corespunzătoare cotei h_0 (fig. 6.14, a) este dată numai de deplasarea unilaterală a axei piesei în raport cu axa dornului:

$$\epsilon_0 = j_{max} \quad (6.1)$$

iar eroarea de orientare și fixare datorată cotei h_1 (fig. 6.14, b) este în funcție de toleranțele T_d a diametrului exterior al semifabricatului, fiind dată de relația:

$$\epsilon_1 = j_{max} + \frac{T_d}{2} \quad (6.2)$$

Eliminarea sau reducerea erorilor de orientare, în cazul orientării și fixării pe suprafețele cilindrice interioare ale semifabricatelor, se poate realiza prin folosirea dornurilor elastice, care fac posibilă suprapunerea axei alezajului peste axa geometrică a dornului, în acest fel eliminându-se jocul dintre dorn și semifabricat. Prin utilizarea dornului elastic din figura 6.15 erorile de orientare la cotele h_0 și h_1 , vor fi:

$$\epsilon_0 = 0 \text{ și } \epsilon_1 = \frac{T_d}{2} \quad (6.3)$$

În acest fel, eroarea de orientare, pentru dimensiunea h_0 , este eliminată, iar pentru h_1 depinde numai de toleranța semifabricatului.

De aceea, este necesar să se aibă în vedere eliminarea sau reducerea erorilor de orientare printr-o analiză atentă a alegerii bazelor și a determinării erorilor rezultate în procesul orientării pieselor, în scopul stabilirii acelei scheme, care să respecte precizia de prelucrare prescrisă în documentația tehnică de execuție.

VERIFICAREA CUNOȘTINTELOR

1. Care este rolul schemelor de orientare și fixare?
2. Să se elaboreze schemele de orientare și fixare a reperelor ce se realizează în atelierul școlar de instruire practică.
3. Să se stabilească erorile de orientare pentru piesele la care s-au elaborat schemele de orientare și fixare.

CAPITOLUL 7

ELEMENTE DE AȘEZARE (REAZEME)

Elementele de așezare se folosesc pentru rezemarea și orientarea semifabricatelor în dispozitive, din care cauză se numesc și *reazeme*.

Din punctul de vedere al rolului funcțional, reazemele pot fi:

— *principale*, cu ajutorul cărora se materializează punctele teoretice de sprijin din schema de orientare și fixare, adică servesc la anularea gradelor de libertate. Reazemele principale pot înlocui unul sau mai multe puncte de sprijin, și prin urmare, la semifabricatului unul sau mai multe grade de libertate;

— *auxiliare* sau *suplimentare*, care servesc la mărirea stabilității și rigidității semifabricatului în procesul prelucrării.

1. CONDIȚII IMPUSE ELEMENTELOR DE AȘEZARE

Principalele condiții impuse elementelor de așezare sînt:

— rezistență la solicitări mecanice și la uzură, deoarece prin ele se închid în corpul dispozitivului forțele de strîngere și cele rezultate în timpul prelucrării și pe suprafețele lor se realizează contactul cu suprafețele semifabricatului;

— precizie dimensională, de formă și de poziție reciprocă, deoarece aceste abateri influențează negativ precizia de prelucrare. Se recomandă ca semifabricatele să nu fie sprijinite direct pe corpul dispozitivelor, ci numai prin intermediul reazemelor;

— realizare constructivă, care să permită înlocuirea comodă și rapidă după uzarea lor.

2. ELEMENTE DE AȘEZARE PRINCIPALE

După caracteristicile suprafețelor de așezare a pieselor, reazemele principale pot fi pentru baze plane și pentru baze curbe. Numărul, forma și poziția lor reciprocă în corpul dispozitivelor depind de configurația semifabricatelor, dimensiunile și forma suprafețelor folosite ca „baze”.

a. Reazeme principale pentru baze plane

Aceste reazeme pot fi fixe și reglabile. Din prima categorie fac parte cepurile și plăcuțele (v. tab. 5.1) care se fixează în corpul dispozitivului prin presare sau cu ajutorul șuruburilor.

1) *Reazemele principale fixe* se împart în: cepuri de așezare și plăcuțe de așezare.

a) *Corpurile de așezare* se folosesc pentru sprijinirea semifabricatelor pe baze brute (turnate sau forjate), precum și a semifabricatelor de dimensiuni relativ mici. Fețele de lucru ale cepurilor se execută în funcție de rugozitatea bazelor. Astfel, pentru suprafețe netede (prelucrate) se folosesc cepuri cu suprafețe plane (v. tab. 5.1), iar pentru suprafețele neprelucrate, cepuri cu fața sferică sau zimțată (fig. 7.1).

Cepurile cu fețe zimțate se recomandă să fie amplasate numai pe pereții laterali și superiori ai dispozitivului, deoarece așchiile rezultate din prelucrare pot intra între zimți influențând așezarea semifabricatului. Sprijinirea semifabricatelor pe fețe zimțate mărește stabilitatea acestora în timpul prelucrării și necesită forțe de strângere mai mici.

Cepurile cu capul sferic se pot folosi și pentru sprijinirea pe baze netede a pieselor mici, ușoare, la care forțele de strângere și așchiere sînt mici.

Cepurile se montează în corpul dispozitivului prin intermediul cozilor care formează cu alezajul un ajustaj cu strângere.

b) *Plăcuțe de așezare* (fig. 7.2) se execută sub forma unor piese paralelipipedice și se folosesc pentru sprijinirea pieselor pe suprafețe netede prelucrate în prealabil pentru a mări stabilitatea pieselor în timpul prelucrării).

Plăcuțele din figura 7.2, a se recomandă să se folosească numai pe pereții laterali și superiori ai dispozitivului, adică în acele locuri care exclud pătrunderea așchiilor între capul șurubului de fixare și locașul din plăcuță.

Plăcuțele din figura 7.2, b și c pot fi amplasate în orice loc din corpul dispozitivului; suprafețele de lucru se găsesc peste nivelul suprafețelor în care sînt executate locașurile de fixare, ceea ce permite îndepărtarea așchiilor de pe fețele de lucru.

2) *Reazeme principale autoreglabile*. În unele cazuri, forma constructivă a suprafețelor folosite ca baze nu permite sprijinirea, ghidarea sau așezarea corectă a semifabricatelor numai pe reazeme fixe, deoarece fe-

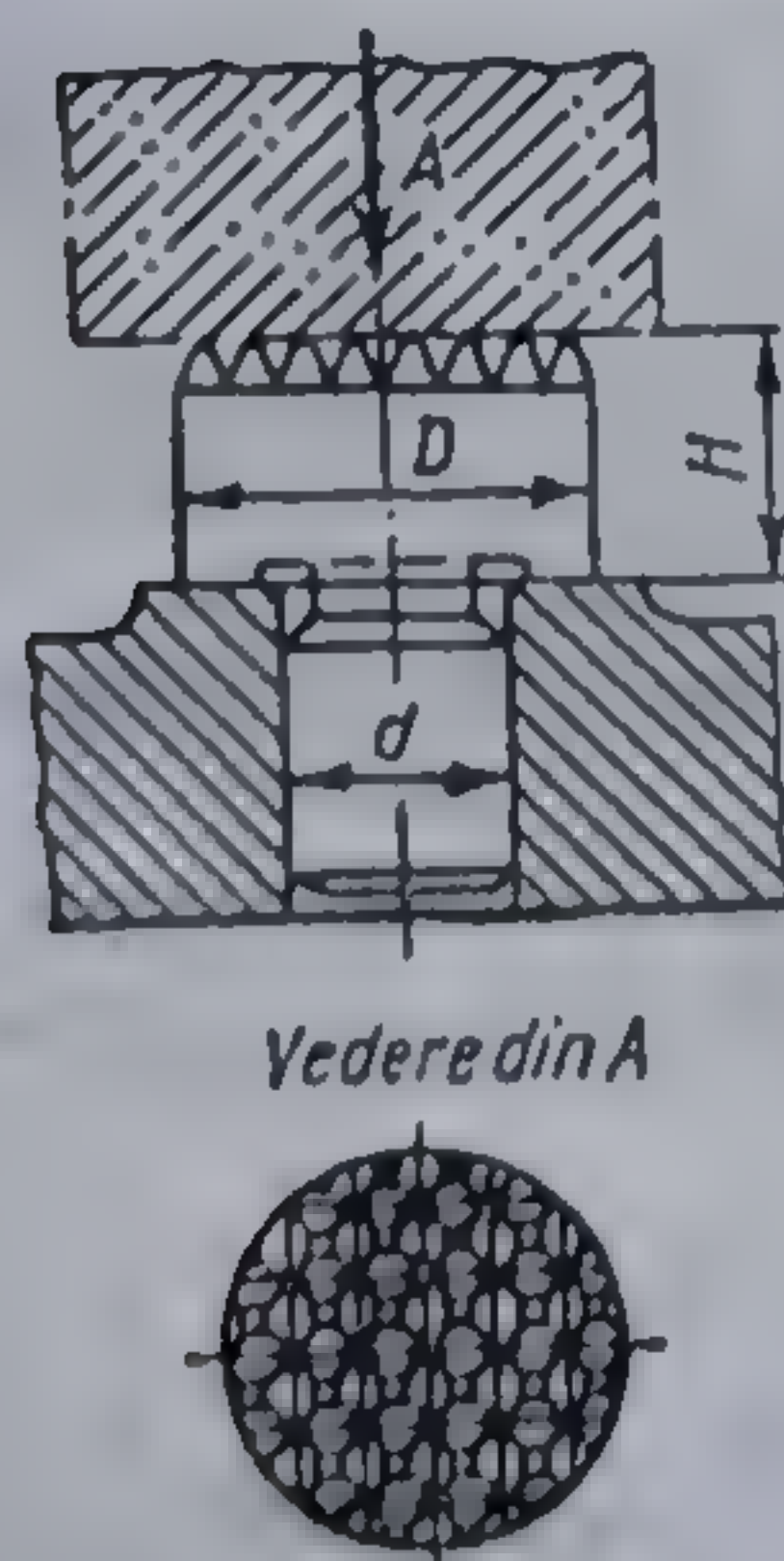


Fig. 7.1. Cep cu fața zimțată.

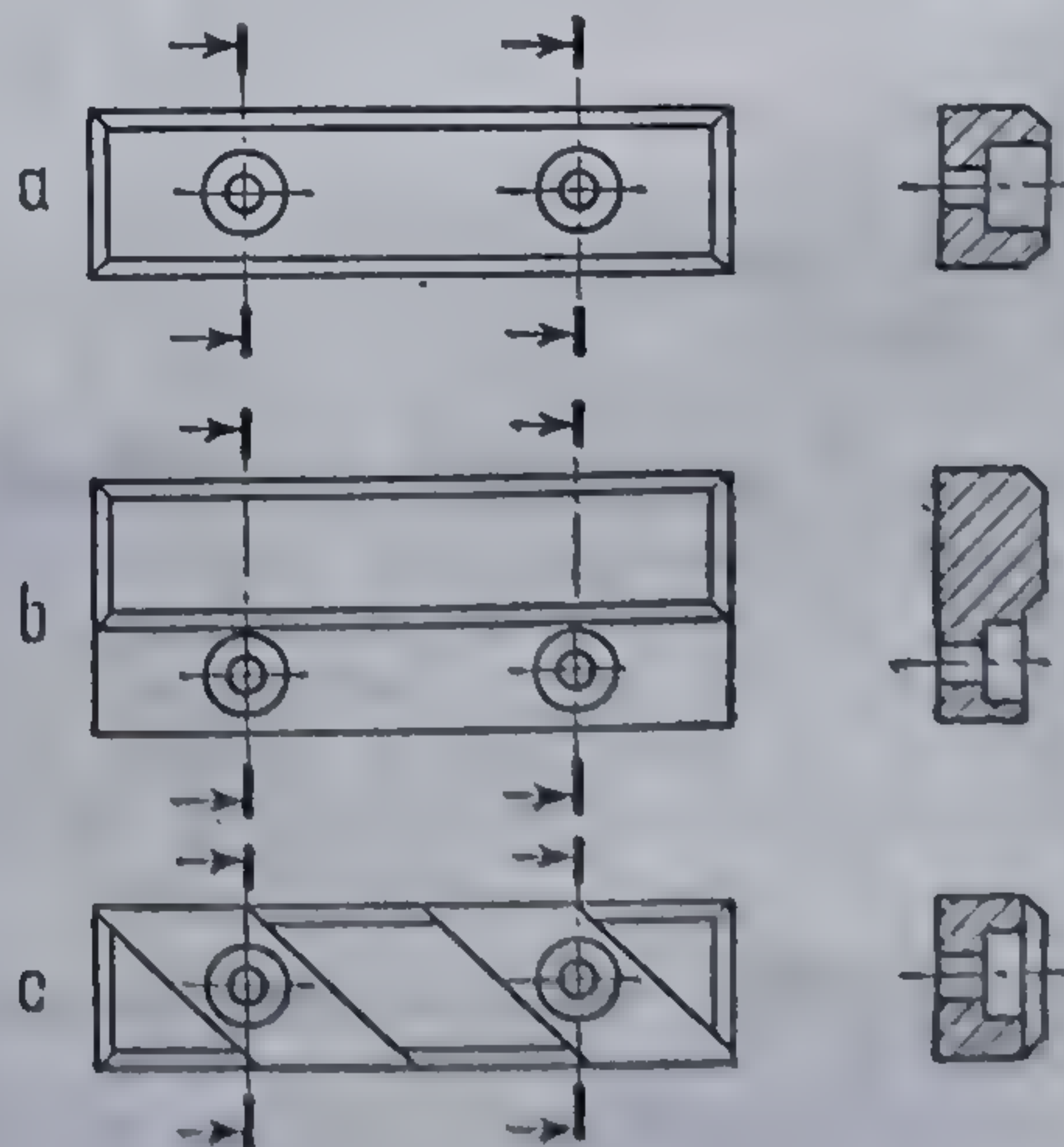


Fig. 7.2. Plăcuțe de așezare.

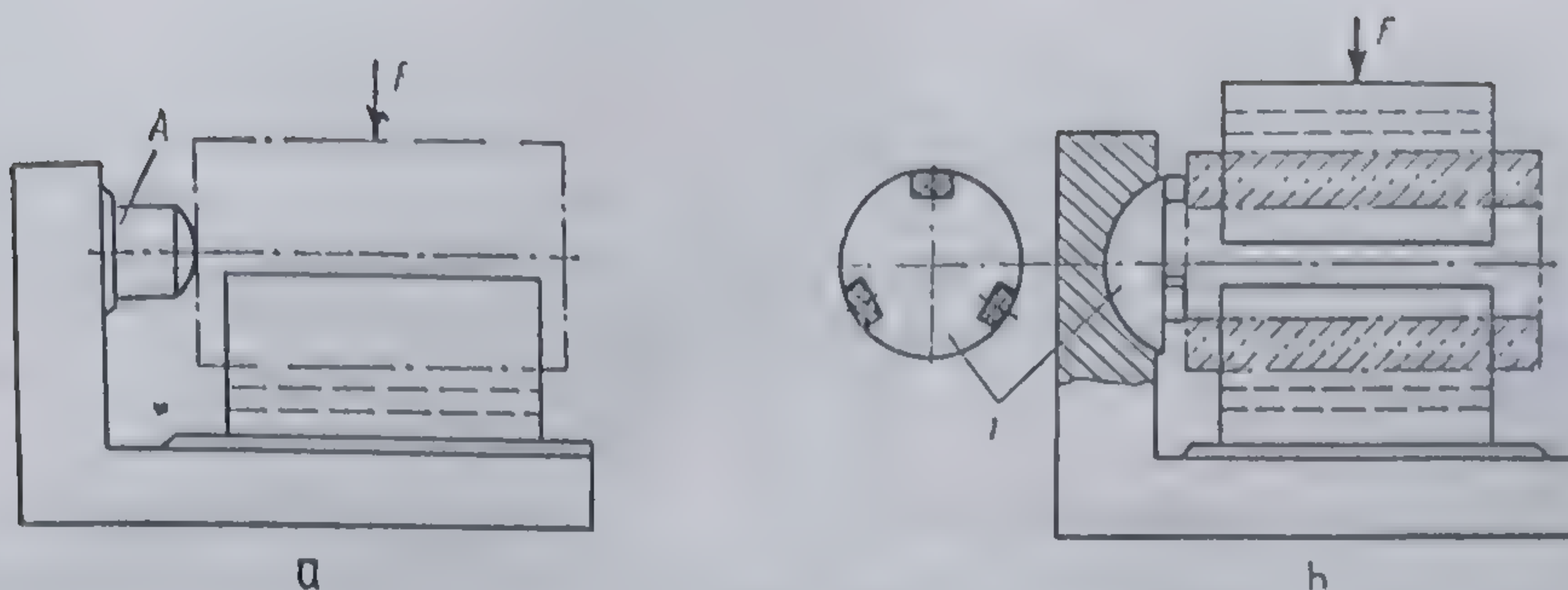


Fig. 7.3. Reazeme autoreglabile pe baze de sprijin.

tele de lucru ale acestora ar trebui să vină în contact cu bazele în același timp, în două sau în trei puncte. Asemenea situații apar la prelucrarea unor semifabricate pe ale căror baze se găsesc praguri, denivelări, adâncituri etc.

Pentru a permite orientarea și fixarea corectă, unul dintre reazemele fixe de pe una din baze este înlocuit cu un reazem autoreglabil. Astfel, dacă pentru axul din figura 7.3, a, sprijinul frontal se poate realiza pe un reazem fix A, cu suprafața de lucru sferică, în schimb pentru bucșa din figura 7.3, b sînt necesare trei puncte de sprijin, care să poată oscila în jurul punctului teoretic fix, pentru a putea compensa abaterile de la perpendicularitate ale suprafeței frontale a bucșei. În acest scop, reazemul fix A a fost înlocuit cu reazemul triplu autoreglabil 1, sub forma unei calote sferice, care se poate autoregla în raport cu fața frontală a semifabricatului.

În vederea realizării unei bune așezări a semifabricatelor de dimensiuni mari, se folosesc reazeme autoreglabile, de tipul celui din figura 7.4. Pîrghia oscilantă 1 permite o bună așezare a semifabricatului, deoarece aceasta are posibilitatea autoreglării.

3) *Reazemele principale de sprijin reglabile* se caracterizează prin posibilitatea reglării poziției feței față de corpul dispozitivelor. Această reglare este necesară în cazul prelucrării unor semifabricate turnate sau forjate care prezintă abateri mari de la dimensiunile nominale, de la pozițiile reciproce și de la formele geometrice. În figura 7.5 este repre-

Fig. 7.5. Reazem reglabil de tip șurub-piuliță.

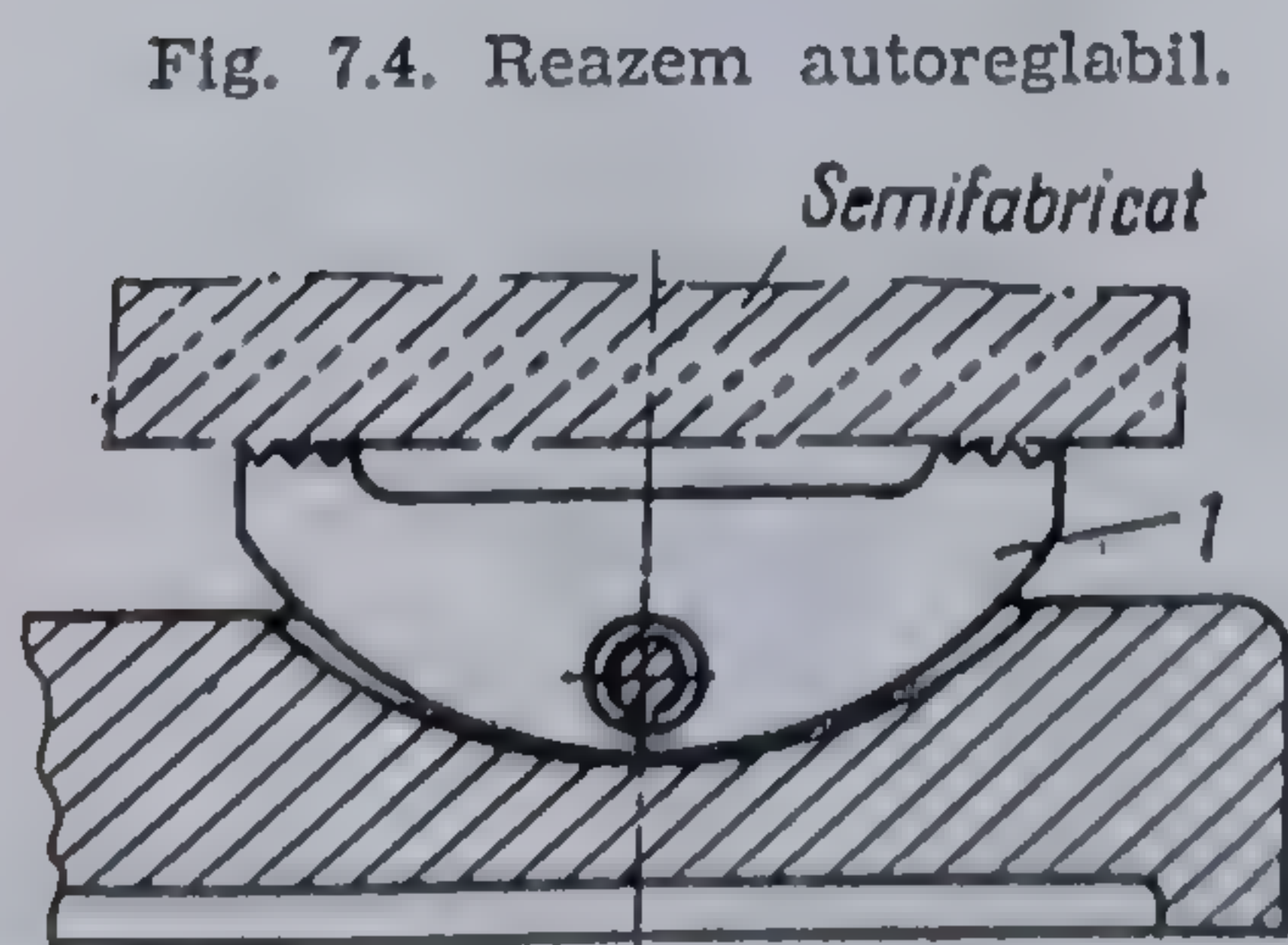
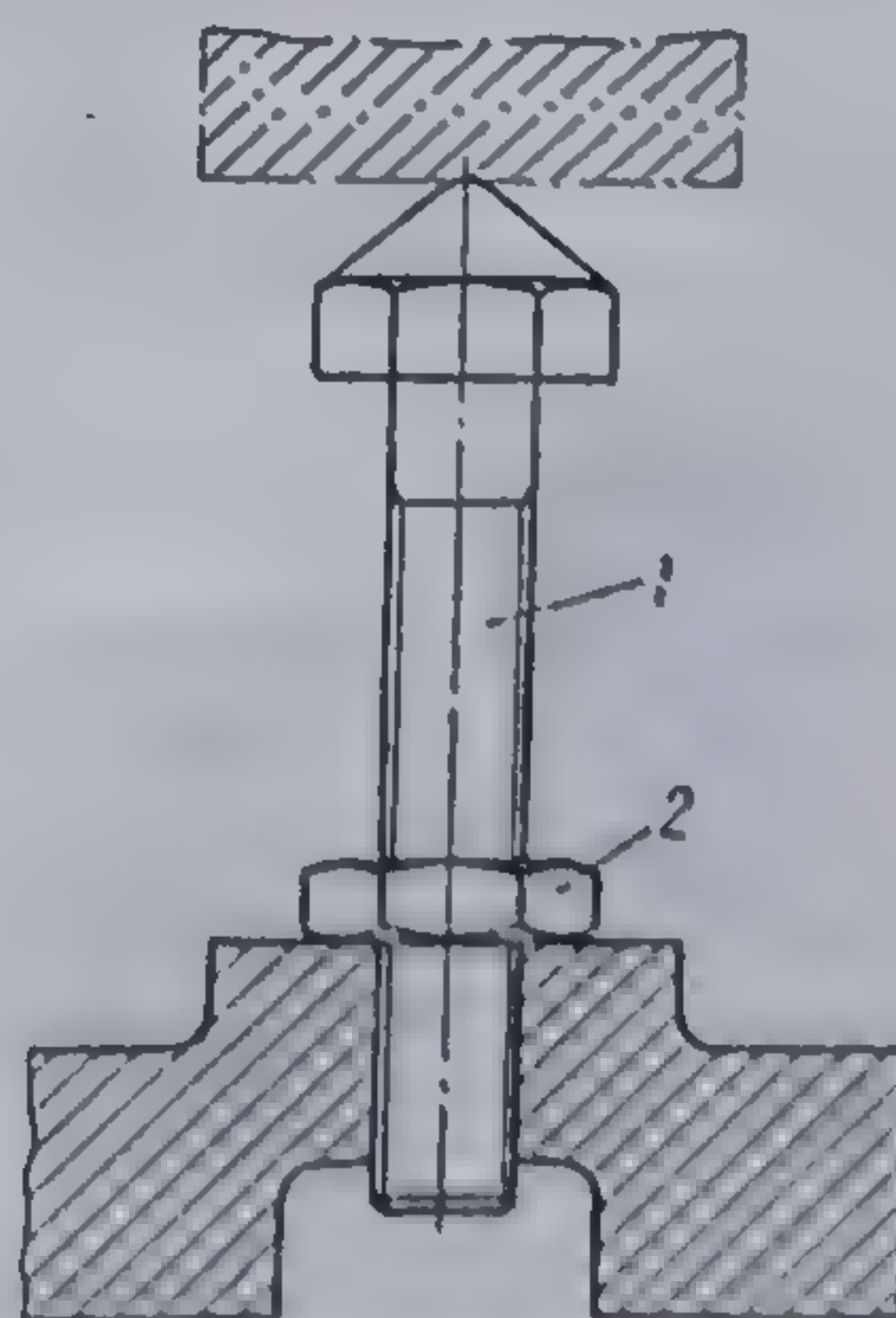


Fig. 7.4. Reazem autoreglabil.



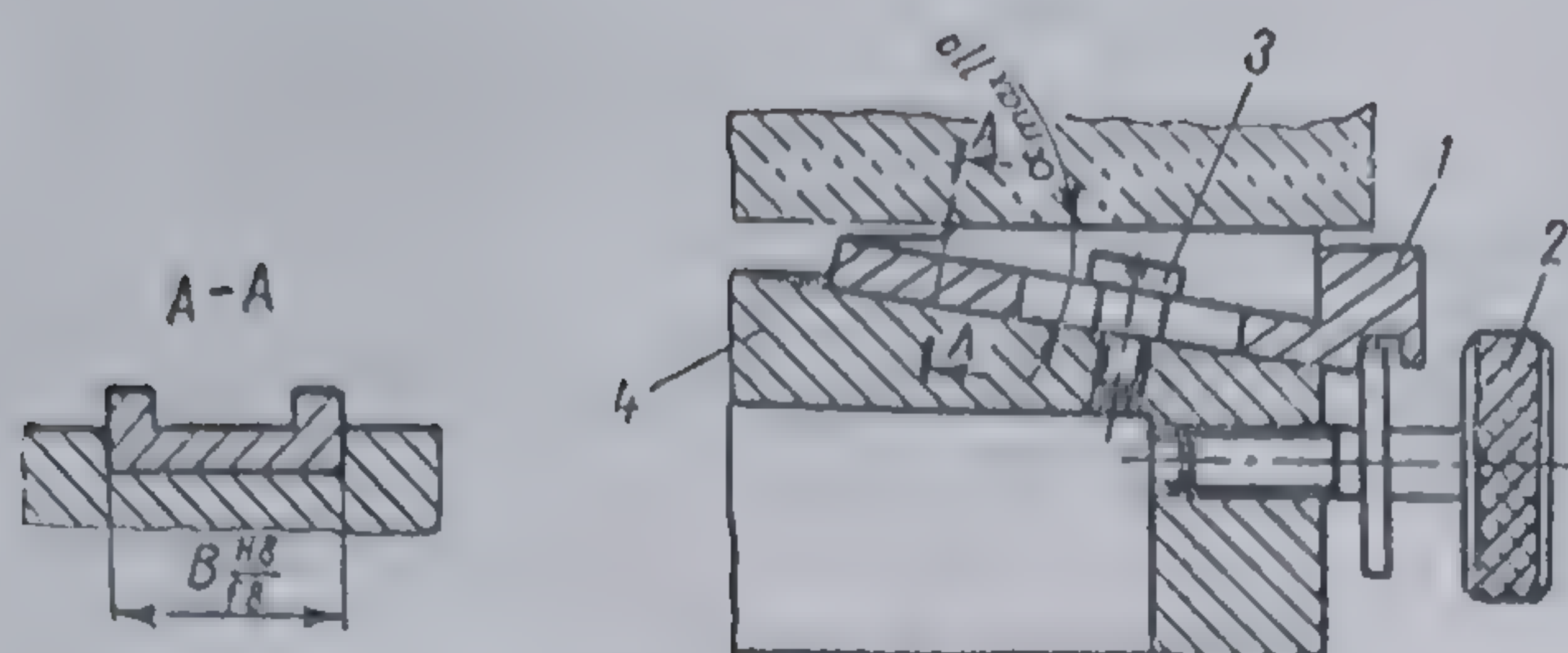


Fig. 7.6. Reazem reglabil de tip șurub-pană.

zentat un reazem reglabil de tipul șurub-piuliță. Reglarea se realizează prin rotirea șurubului 1 pînă cînd suprafața activă ajunge în poziția convenabilă, după care se execută blocarea cu piulița 2.

Există și reazeme reglabile sub formă de pene (fig. 7.6). Prin rotirea șuruburilor 2, pana 1 poate fi deplasată în poziția necesară. Șurubul 3 reține pana pe corpul 4 al dispozitivului.

b. Reazeme principale pentru baze curbe

Spre deosebire de reazemele principale folosite pe baze plane, reazemele pentru baze curbe înlocuiesc unul sau mai multe puncte de sprijin. Cele mai caracteristice construcții de reazeme principale pentru suprafețe curbe se prezintă sub formă de prisme, conuri și bolțuri.

1) *Prisme de reazeme* (tab. 5.1) se utilizează pentru așezarea semifabricatelor cu suprafețe cilindrice. Ele sînt prevăzute cu două suprafețe active care formează între ele un unghi de 60, 90, 120°. La așezarea pe prisme, axa suprafeței cilindrice a semifabricatului rămîne în planul de simetrie al prisme, independent de abaterile diametrului suprafeței cilindrice.

2) *Conurile de așezare* sînt folosite pentru așezarea semifabricatelor după suprafețe conice sau cilindrice. Din punct de vedere constructiv, se deosebesc două tipuri de conuri: exterioare și interioare (fig. 7.7). Dacă dimensiunile suprafețelor cilindrice de sprijin sînt mari ($D > 30$ mm), fețele de lucru ale conurilor interioare se execută segmentate. În acest fel, contactul dintre semifabricat și suprafața de lucru a conului este limitat pe trei suprafețe conice dispuse la 120° una față de alta, care sînt

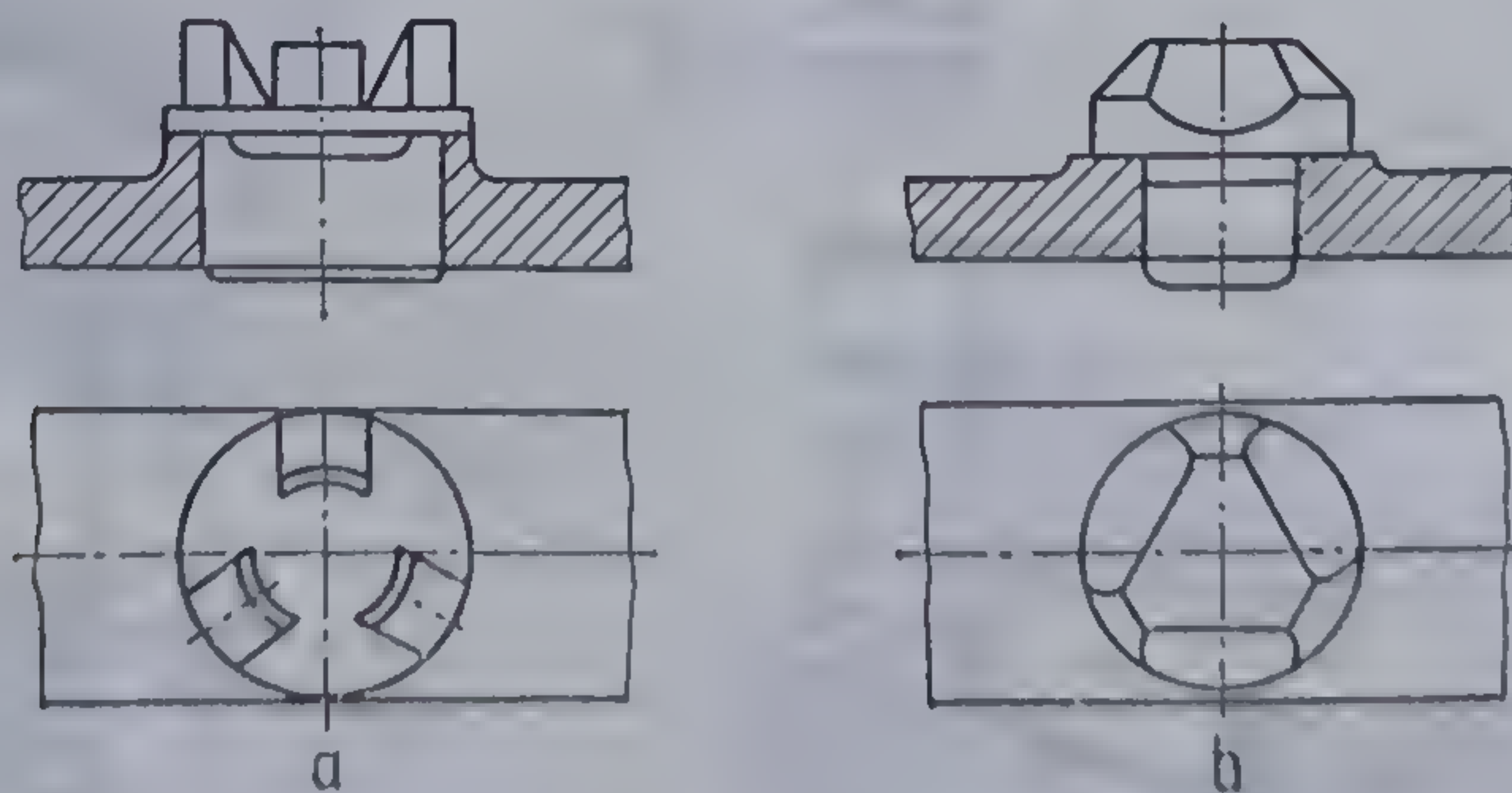


Fig. 7.7. Reazeme conice de așezare pe trei puncte:
a — interioare; b — exterioare.

necesare și suficiente pentru rezemarea și centrarea corectă a semifabricatului.

3) *Bolțurile de reazem* servesc pentru așezarea semifabricatelor după suprafețele cilindrice interioare. În figura 7.8 sînt prezentate două variante constructive de bolțuri folosite în construcția dispozitivelor.

Cînd se alege așezarea semifabricatului pe două bolțuri, unul din bolțuri se frezează — după una din variantele din figura 7.9. — pentru a se realiza un joc compensator, menit să permită așezarea semifabricatului pe două suprafețe cilindrice interioare (alezaje) care au între ele o distanță tolerată.

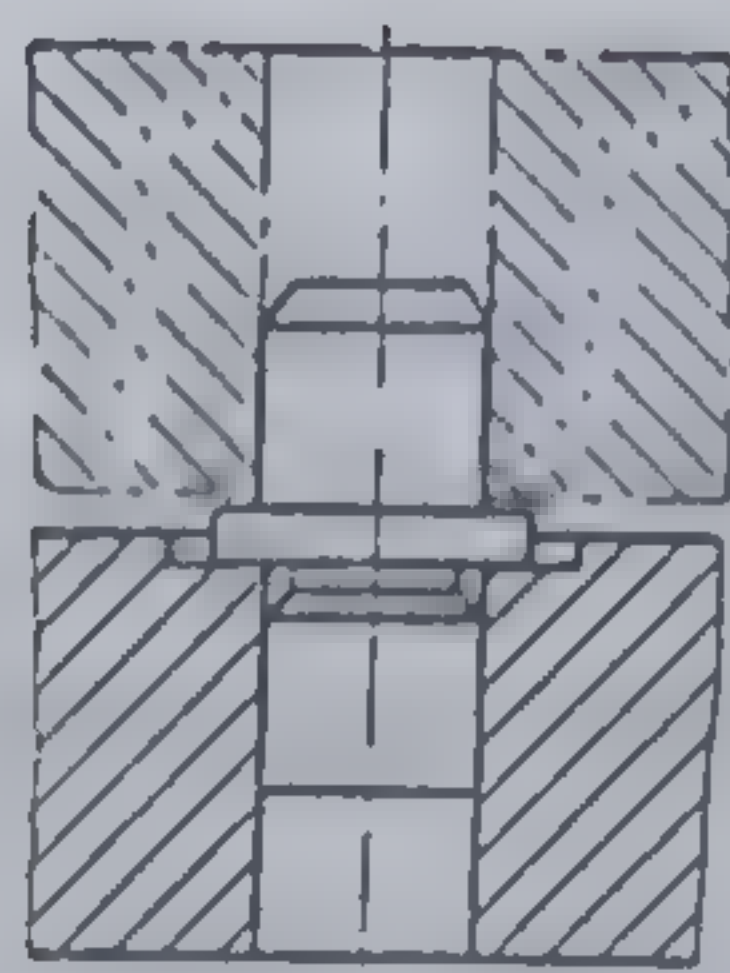
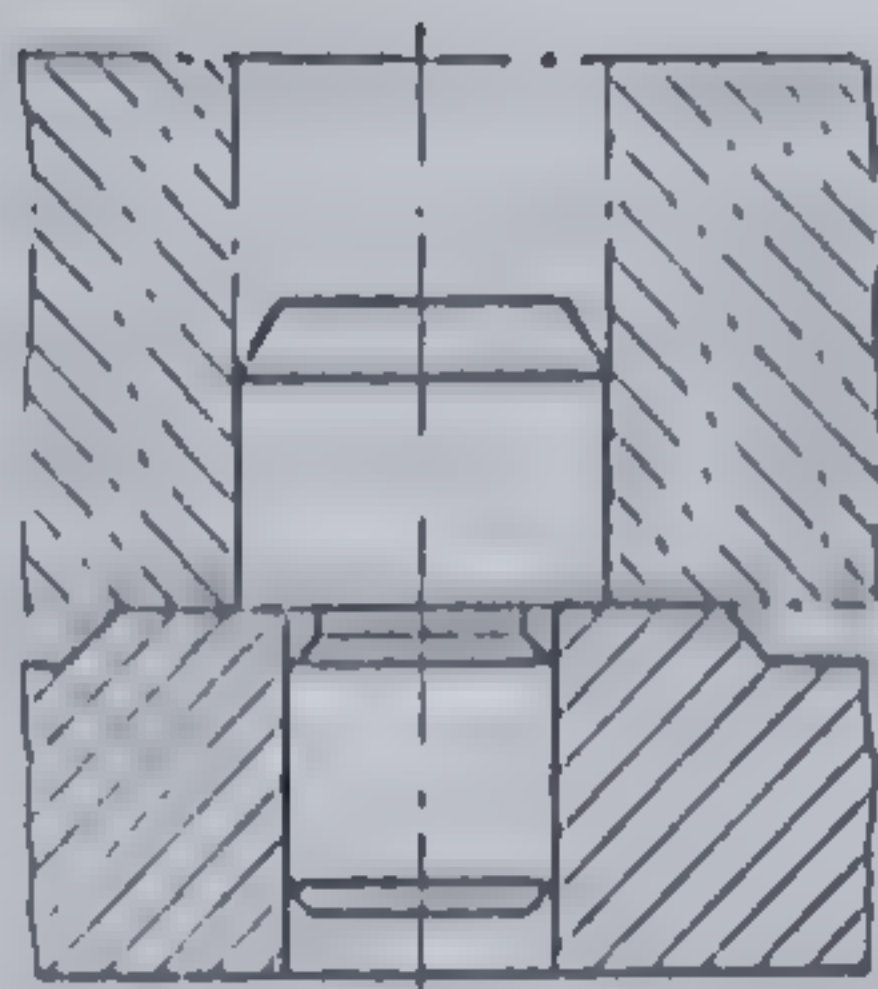


Fig. 7.8. Bolțuri de reazem.

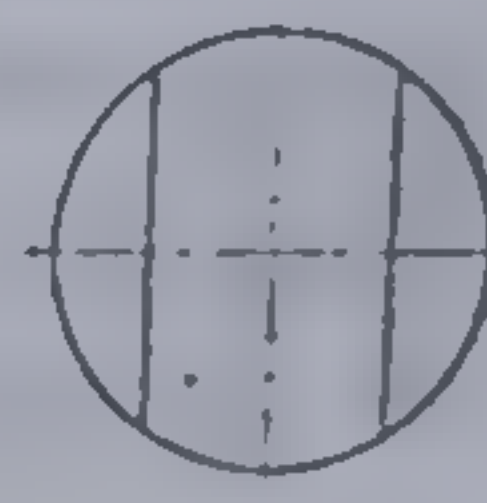
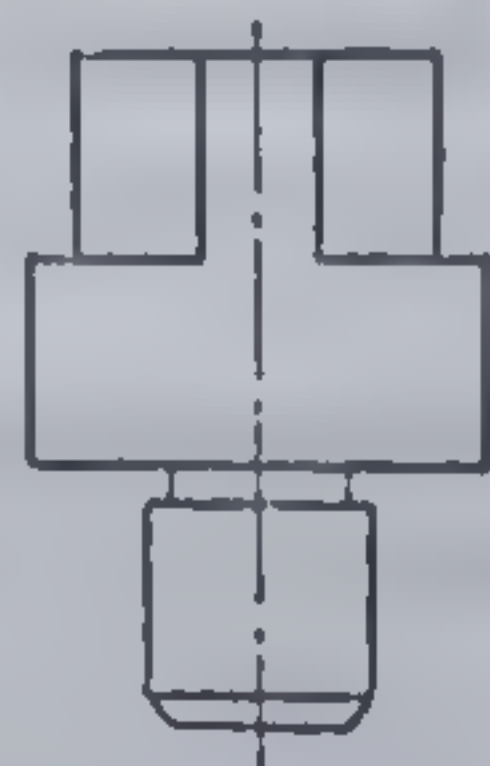


Fig. 7.9. Bolțuri frezate.

3. ELEMENTE DE AȘEZARE AUXILIARE

Reazemele de așezare auxiliare sînt folosite pentru a contribui la creșterea stabilității și a rigidității semifabricatelor în timpul prelucrării, ele neparticipînd la orientare și neafectînd gradele de libertate ale semifabricatelor. Din punct de vedere funcțional, se deosebesc: reazeme auxiliare cu autoașezare și reazeme auxiliare cu așezare ulterioară.

În figura 7.10 este reprezentat un reazem cu autoașezare. El este acționat astfel: la așezarea piesei pe reazemele principale, reazemul suplimentar 1 sub formă de plunjer se lasă în jos comprimînd arcu 3. Tensiunea arcului trebuie astfel aleasă încît să cedeze sub acțiunea greutății

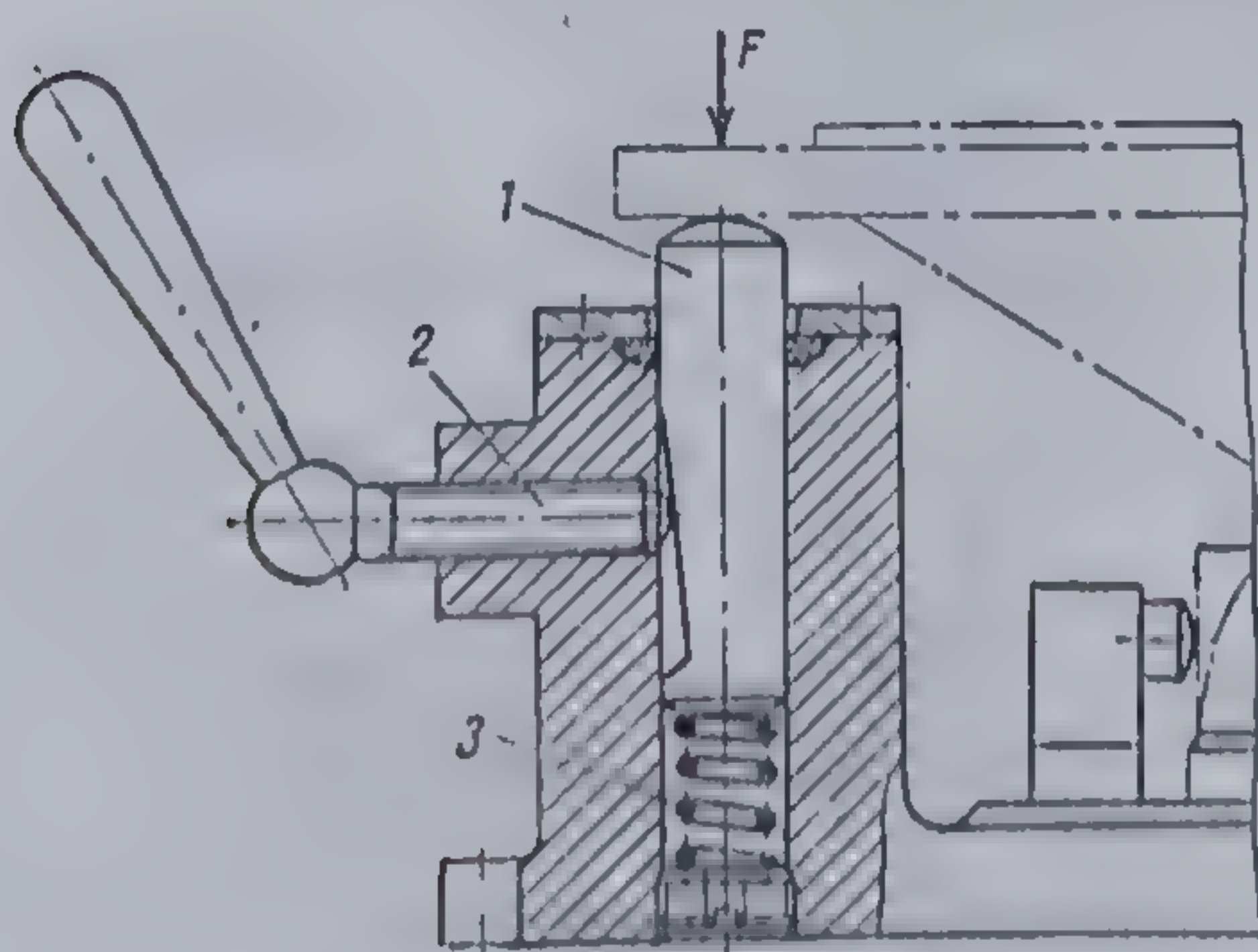


Fig. 7.10. Reazem cu autoașezare.

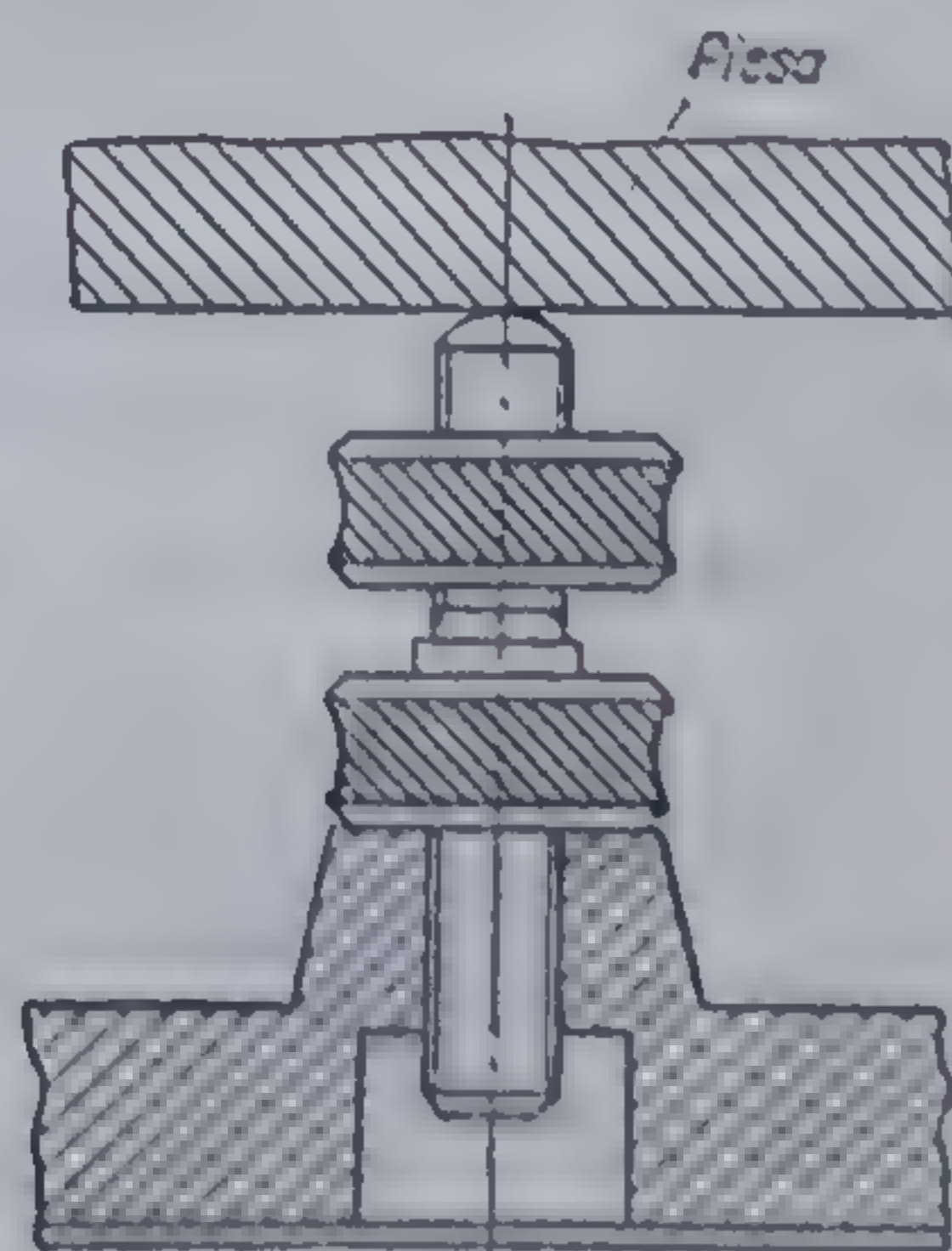


Fig. 7.11. Reazem cu așezare ulterioară.

piesei, pentru a asigura acesteia aşezarea pe reazemele principale. După strângerea piesei în dispozitiv reazemul se blochează cu şurubul 2.

În figura 7.11 este reprezentat un reazem cu aşezare ulterioară. După aşezarea şi strângerea piesei pe reazemele principale, acestea iau contact cu suprafaţa piesei pe care trebuie să o sprijine prin înşurubarea lor de către executant.

VERIFICAREA CUNOŞTIŢELOR

1. La ce servesc elementele de aşezare şi care sînt condiţiile pe care trebuie să le îndeplinească?
2. Să se menţioneze factorii de care depinde alegerea cepurilor şi plăcuţelor de aşezare ca reazeme pentru sprijinirea semifabricatelor, în vederea prelucrării.
3. Pentru ce situaţii se folosesc în construcţia dispozitivelor reazeme reglabile şi autoreglabile?
4. Care este modul de alegere a reazemelor principale pentru baze curbe?

CAPITOLUL 8

ELEMENTE ȘI MECANISME DE STRÎNGERE

1. ROLUL ELEMENTELOR ȘI MECANISMELOR DE STRÎNGERE

Elementele și mecanismele de strângere au rolul de a asigura păstrarea poziției corecte a semifabricatului așezat în dispozitiv, deoarece sub acțiunea forțelor de așchiere și a momentelor, care iau naștere în timpul procesului de așchiere, semifabricatul poate fi deplasat de pe reazeme. Aceste schimbări de poziție ale semifabricatului duc la schimbarea poziției de prelucrat față de traiectoria tăișurilor sculei așchietoare și deci la erori de prelucrare.

Prevenirea deplasării semifabricatelor în timpul prelucrării impune ca mărimea, direcția și locul de aplicare a forțelor de strângere să se determine pe baza echilibrului static al tuturor forțelor și momentelor care solicită simultan semifabricatul. În același timp, aplicarea nerațională a forțelor de strângere, ca: mărime, punct de aplicație și direcție, în special pe semifabricate insuficient de rigide, are ca efect deformarea

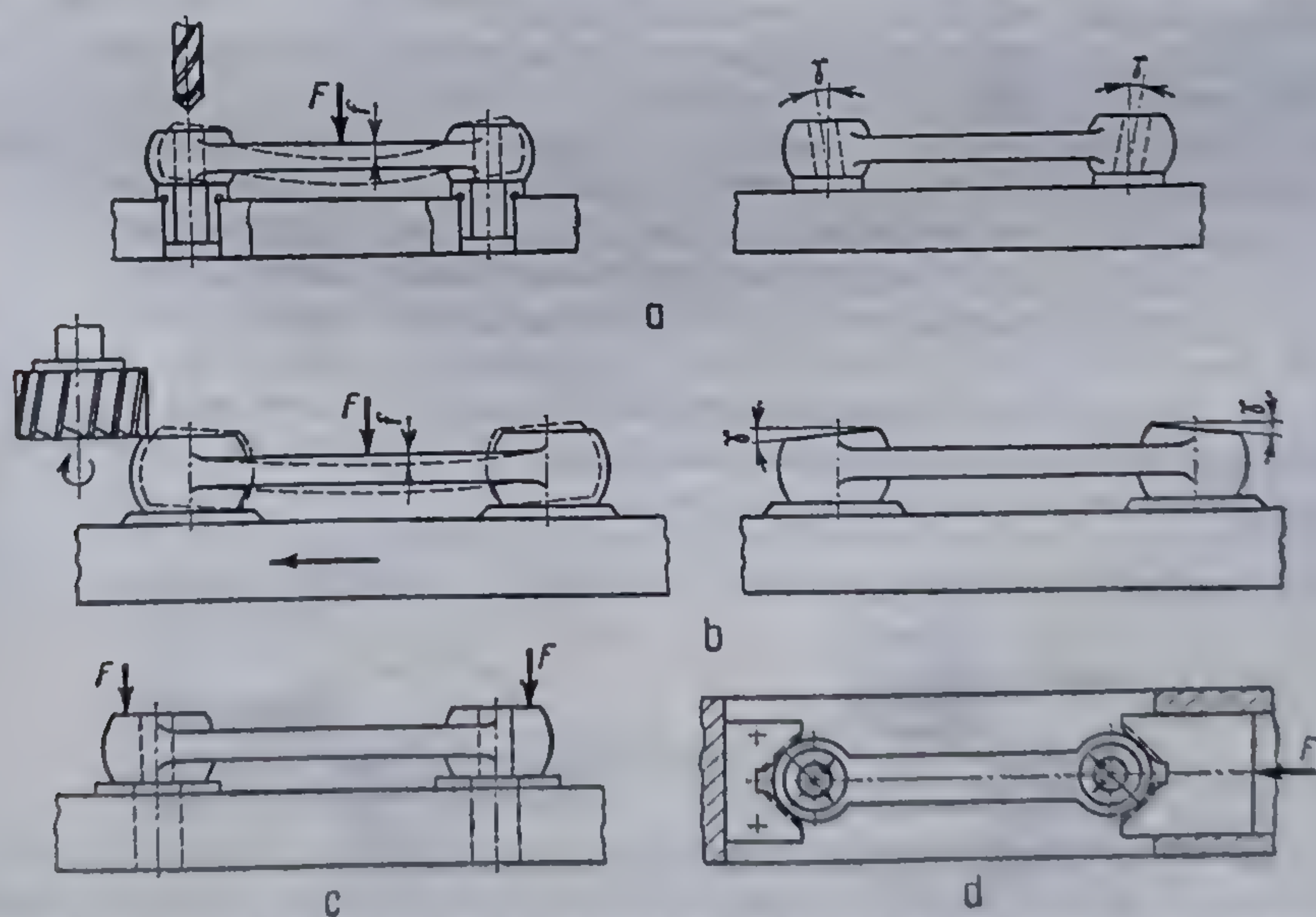


Fig. 8.1. Exemple de aplicare nerațională și rațională a forțelor de strângere.

acestora, ceea ce face ca după prelucrare să rezulte abateri mari de formă, de poziție și dimensionale.

Un exemplu în acest sens îl constituie prelucrarea unei biele (fig. 8.1). Datorită forței de strângere F , aplicată nerațional, se produce deformarea elastică a bielei. După executarea prelucrărilor (burghiere și frezare), la îndepărtarea forței de strângere se constată că axele găurilor prelucrate sînt înclinate cu unghiul γ , față de normala la suprafața frontală a găurilor (fig. 8.1, a), și că s-a înregistrat și o abatere de la paralelismul suprafețelor frontale (fig. 8.1, b). Pentru evitarea apariției acestor abateri, forțele de strângere trebuie să fie aplicate pe direcția reazemelor (fig. 8.1, c) sau în așa fel încît să se utilizeze mai rațional rezistența semifabricatului (fig. 8.1, d).

2. ERORI DE STRÎNGERE

În timpul strîngerii, forțele aplicate pentru fixare apasă suprafețele alese ca baze ale piesei pe fețele active ale elementelor de reazem. Din această cauză, la fixare apar deformări elastice ale piesei, care se datoresc atît insuficienței rigidității a acesteia cît și folosirii neraționale a forțelor de strîngere, ca mărime și direcție. În același timp se produc deformări de contact, datorite rugozității fețelor active ale elementelor de reazem și ale suprafețelor piesei folosite ca baze.

Deformațiile care apar în timpul fixării duc la apariția abaterilor dimensionale sau a abaterilor de la forma geometrică. Aceste abateri se datoresc erorilor de strîngere ϵ_s și a celor de contact ϵ_c care iau naștere în procesul fixării pieselor.

În timpul aplicării forței de strîngere F (fig. 8.2), la prelucrarea piesei prin frezare, se produce o deformare elastică a neregularităților de pe suprafețele de contact (detaliu — fig. 8.2, a), care după îndepărtarea forței de strîngere F , introduc o eroare de contact ϵ_c ce influențează direct dimensiunea a (fig. 8.2).

Aplicarea nerațională a forței de strîngere F , ca mărime și direcție, în cazul frezării bielei (v. fig. 8.1, b), duce, după prelucrare, la apariția erorilor ϵ_s și α_s care introduc abateri de la forma geometrică a piesei (fig. 8.3). Aceste erori depind de rigiditatea piesei, mărimea și locul de aplicare a forței de strîngere F ; ele apar în timpul fixării piesei. Valoarea lor poate fi foarte mare în cazul prelucrării pieselor insuficient de rigide, la care au fost aplicate nerațional forțe de strîngere mari și la care neregularitățile suprafețelor de așezare a fețelor active ale elementelor de reazeme sînt de asemenea mari.

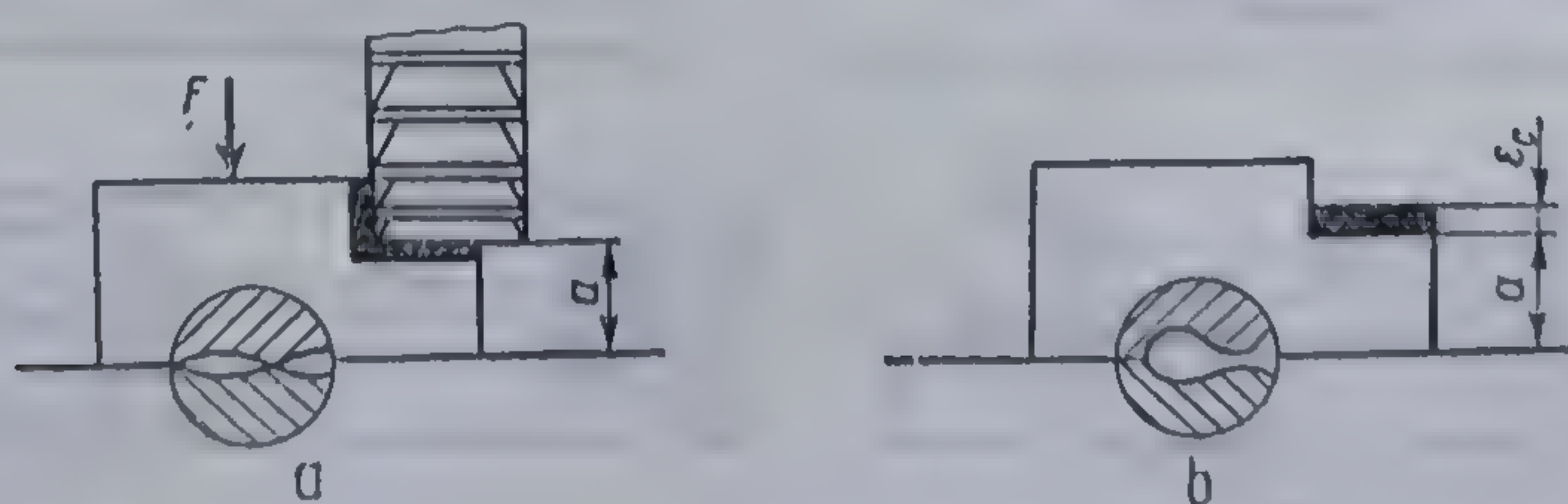


Fig. 8.2. Erori de strîngere (abateri de la dimensiuni).



Fig. 8.3. Erori de strângere.

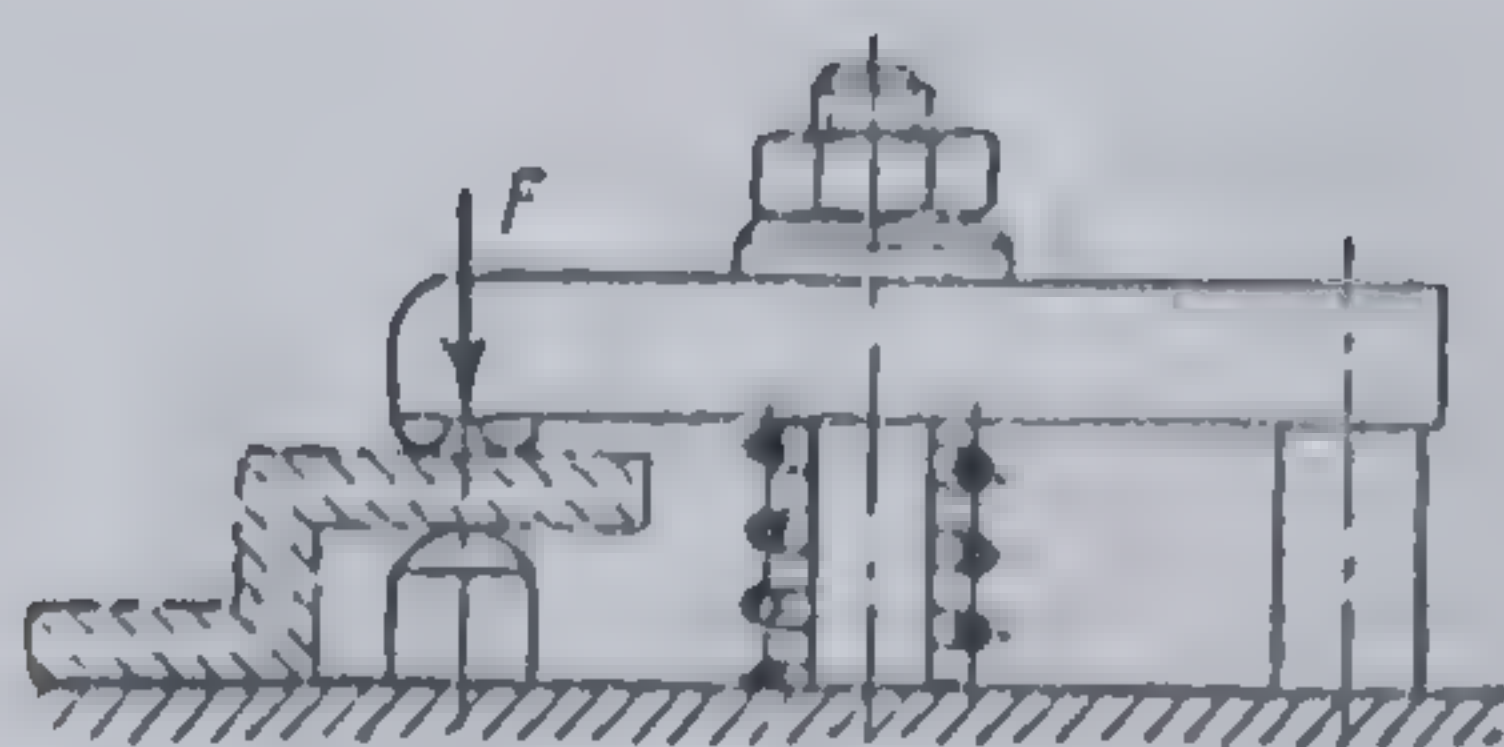


Fig. 8.4. Exemple de aplicare a forței de strângere.

Erorile provenite din deformațiile elastice ale piesei sînt mai mici, dacă direcția forțelor de strângere coincide cu poziția reazemelor din corpul dispozitivului (fig. 8.4).

Erorile de contact ϵ_c pot fi eliminate prin aplicarea forțelor de strîngere F constante, prin îmbunătățirea rugozității suprafețelor în contact și prin creșterea dimensiunilor suprafețelor în contact. Aceasta din urmă are ca efect micșorarea presiunii de contact.

3. CLASIFICAREA MECANISMELOR DE STRÎNGERE

Mecanismele de strîngere se clasifică după tipul elementului la care se aplică forța exterioară, după modul de acționare și după gradul de complexitate.

La producția de unicate și de serie mică se folosesc în general elemente sau mecanisme de strîngere acționate manual (cu filet, cu pană, cu excentric etc.), caracterizate prin simplitate constructivă, accesibilitate și siguranță în exploatare.

La producția în serie mare și în masă sînt utilizate dispozitive dotate cu mecanisme de strîngere acționate mecanic (pneumatic, hidraulic, electric etc.), care prezintă avantajul realizării unor forțe de strîngere constante, cu un consum minim de energie. Întrucît aceste mecanisme scumpestesc și măresc complexitatea dispozitivelor, ele trebuie folosite pe baza unor calcule tehnico-economice.

Sînt cazuri cînd alături de mecanismele de strîngere, acționate manual sau mecanic, se folosesc uneori și mecanisme de strîngere, a căror acționare are loc fără intervenția muncitorului.

În funcție de gradul de complexitate, mecanismele de strîngere și fixare pot fi:

— *simple*, care cuprind un singur element (pană, șurub, excentric etc.). Asupra lor se aplică forța exterioară și transmit forța de strîngere asupra semifabricatelor.

— *complexe*, care cuprind un element de antrenare și unul sau mai multe elemente antrenate, cum ar fi: pene cu plunjere, pîrghii cu șurub sau excentric, pîrghii mecanice etc.

4. SCHEME DE STRÎNGERE

Pentru stabilirea schemelor de strîngere ale semifabricatelor se are în vedere schemele de orientare și fixare care definesc poziția suprafețelor de prelucrat, felul prelucrării și acțiunea principalelor forțe și momente rezultate în timpul prelucrării.

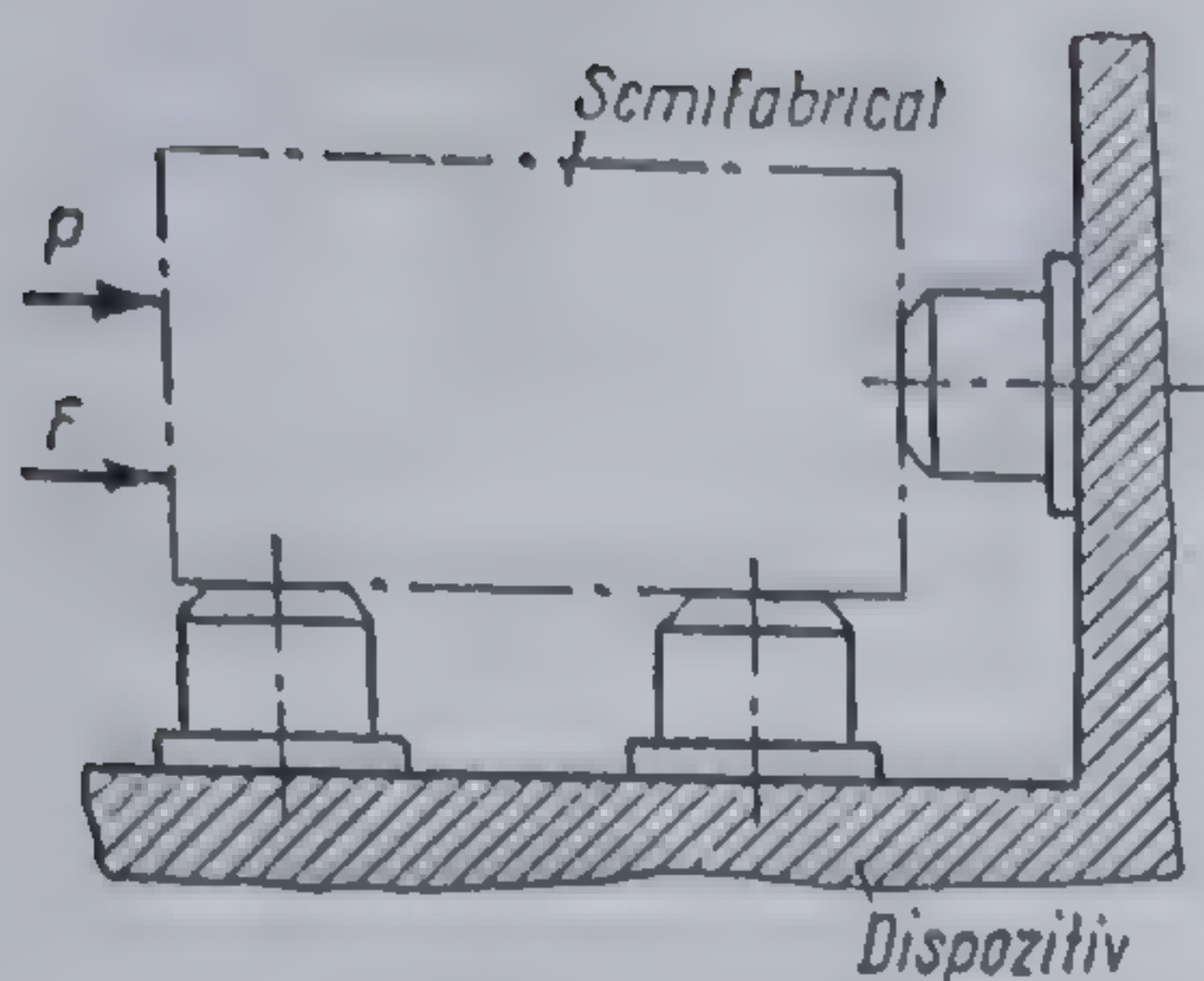


Fig. 8.5. Forța de strângere și cea de așchiere au același sens.

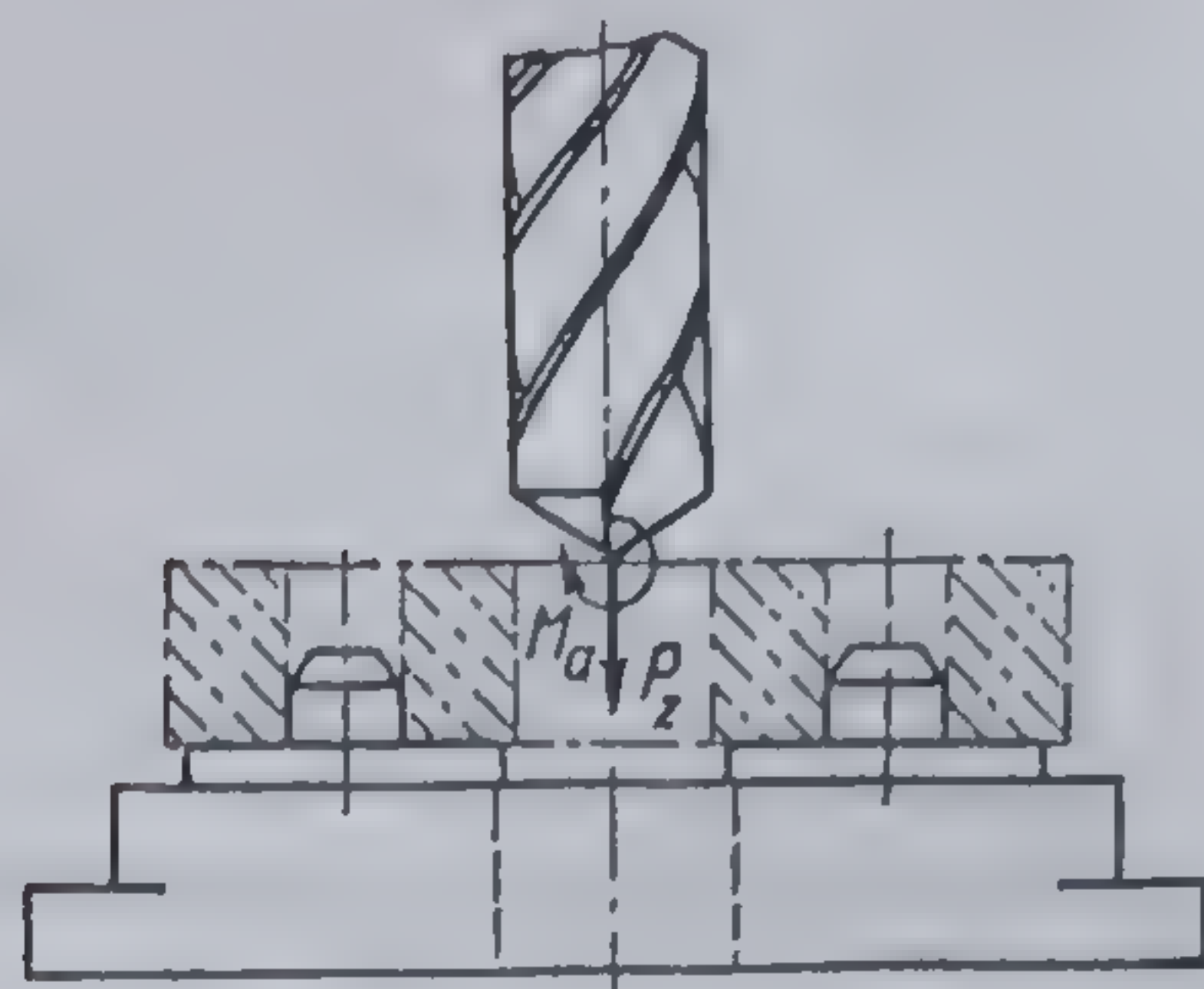


Fig. 8.6. Exemplu de strângere, a piesei pe dispozitiv așezat și fixat pe masa mașinii-unelte.

Condițiile principale ce trebuie îndeplinite de către schemele de fixare sînt:

- în timpul strîngerii să nu se schimbe poziția semifabricatelor în raport cu reazemele principale, adică să nu se schimbe orientarea și fixarea;
- mărimea, direcția și locul de aplicare a forțelor de strîngere trebuie în așa fel determinate, încît să preîntîmpine deplasarea, deformarea sau vibrarea semifabricatelor în timpul prelucrării;
- să asigure normele de tehnică a securității muncii.

Pentru exemplificare, se vor prezenta cazurile întîlnite mai des în practică:

- cazul cînd forțele de strîngere F și cele de așchiere P au același sens și acționează pe direcția elementelor de reazeme.

Prelucrarea alezajului în semifabricatul din figura 8.6 poate avea loc fără aplicarea unei forțe de strîngere, deoarece momentul de așchiere M_a este preluat de bolțurile folosite la orientarea și fixarea piesei și de momentul de frecare, iar forța P_z apasă semifabricatul pe reazeme. În asemenea cazuri, forța $F=0$;

- cazul cînd forțele de așchiere P și cele de strîngere F au aceeași direcție, dar sensuri opuse (fig. 8.7). În această situație, forța de strîngere F trebuie să fie mai mare decît cea de așchiere.

$$F \geq kP_z \text{ [daN]}, \quad (8.1)$$

unde $k > 1$;

- cazul cînd forțele de strîngere F și cele de așchiere P au direcții perpendiculare (fig. 8.8), iar acțiunea forțelor de așchiere este preluată

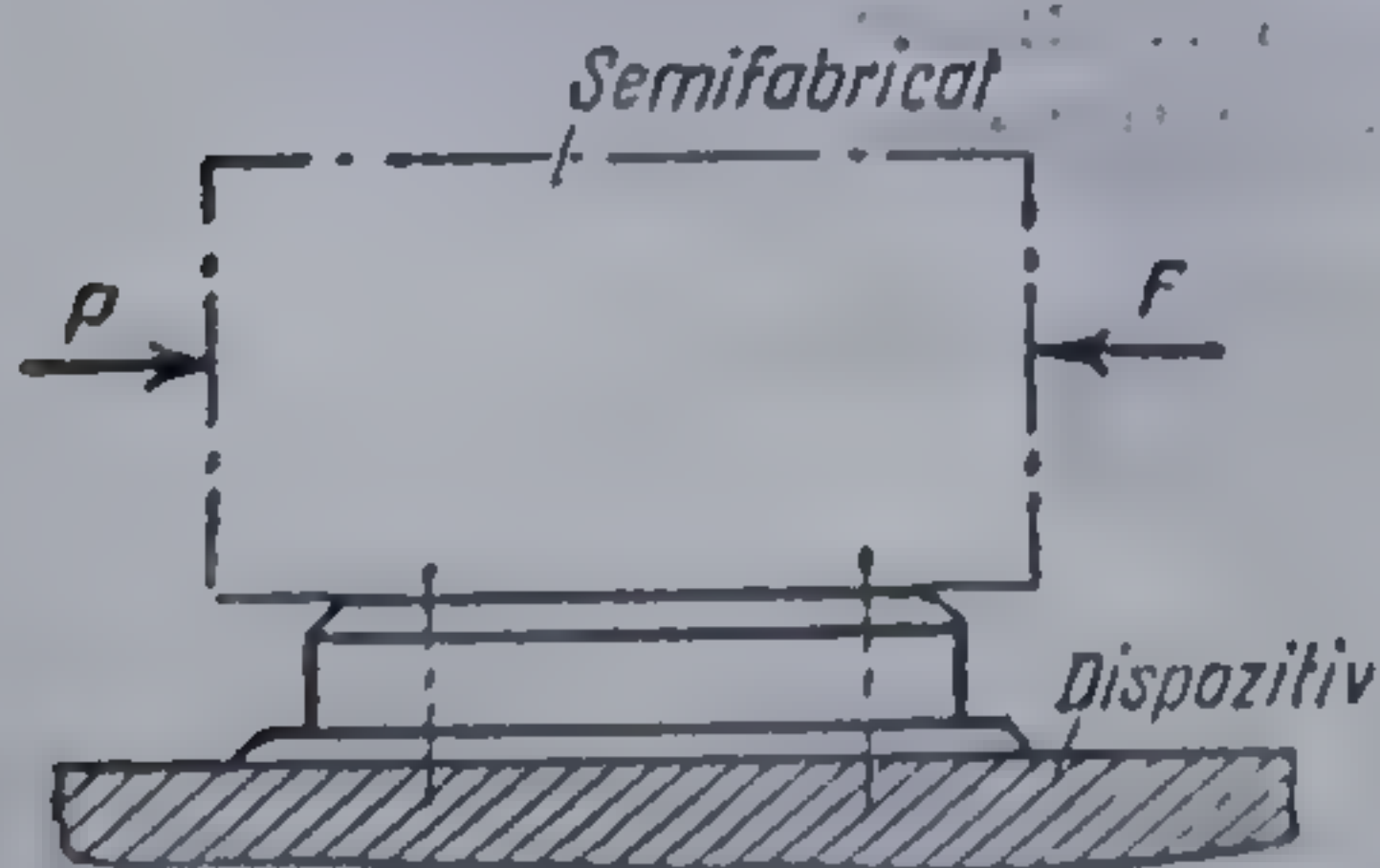


Fig. 8.7. Forța de strîngere și cea de așchiere au sensuri opuse.

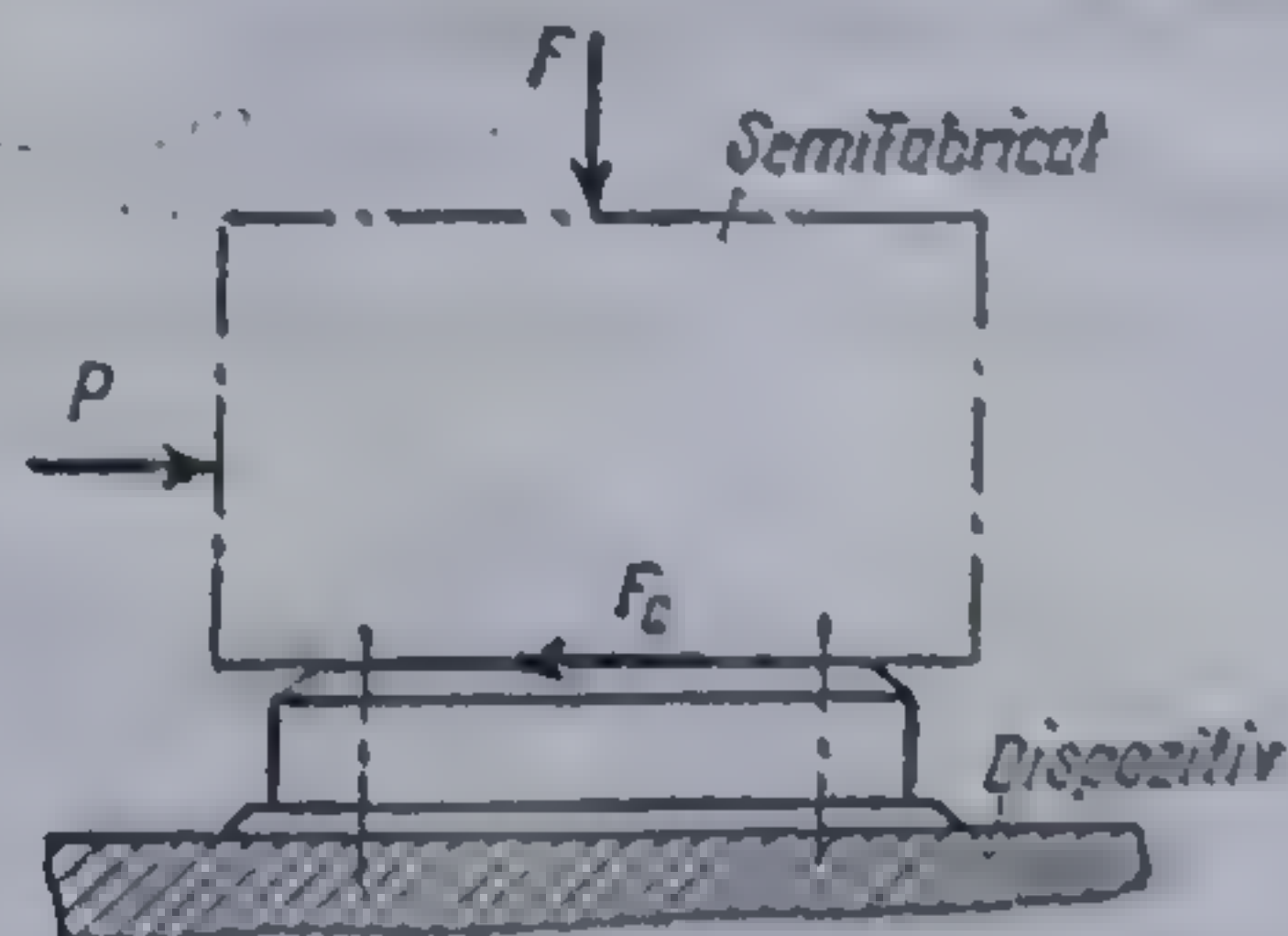


Fig. 8.8. Forța de strîngere este perpendiculară pe direcția forței de așchiere.

numai de forțele de frecare dintre suprafața piesei și cea a elementelor de reazem. În asemenea cazuri, forța de strângere va trebuie să fie mult mai mare decât cea de așchiere, și anume:

$$F_{\mu} \geq kP \text{ [daN]} \quad (8.2)$$

sau

$$F \geq \frac{k \cdot p}{\mu} \text{ [daN]}; \quad (8.3)$$

— cazul când forțele de strângere F trebuie să învingă acțiunea momentului de așchiere și uneori și componenta axială, P_x , este întâlnit la centrarea și fixarea semifabricatelor în mandrine cu fălci sau în mandrine cu bușe elastice.

În procesul prelucrărilor semifabricatelor în dispozitive se pot ivi și alte situații în afara celor analizate. De fiecare dată, schema de strângere trebuie realizată în așa fel, încît mărimea, direcția și locul de aplicare a forțelor de strângere să poată prelua acțiunea forțelor și momentelor rezultate în timpul prelucrării.

5. MECANISME DE STRÎNGERE CU PENE

Folosirea penelor în mecanismele de strângere se datorește proprietății de autofrînare pe care o au penele cu unghiuri de pantă mici. Proprietatea de autofrînare este absolut obligatorie pentru toate mecanismele de strângere acționate manual și uneori trebuie folosită și în cazul acționării pneumatice sau hidraulice, pentru a preîntîmpina desprinderea piesei din dispozitiv, în cazul pierderilor de presiune din rețeaua de aer sau din cea hidraulică.

Din punctul de vedere al elementelor antrenate, aceste tipuri de mecanisme pot fi cu o singură pană, pana fiind folosită ca element intermediar pentru strângere, cu pene și plunjere și cu pene multiple.

a. Mecanisme cu o singură pană

Penele simple se folosesc la executarea dispozitivelor ca elemente intermediare pentru transmiterea forței de strângere.

La mecanismele cu o singură pană, cursa de lucru h (fig. 8.9), când pana are o singură față înclinată, este dată de relația:

$$h = h_1 \operatorname{tg} \alpha \text{ [mm]}. \quad (8.4)$$

Pentru unghiuri de pantă cu autofrînare, rezultă curse de lucru foarte mici.

Forța de strângere F , dezvoltată de penele cu fețele înclinate cu frecare pe ambele suprafețe (fig. 8.10), rezultă din echilibrul forțelor care soliciță simultan pana:

$$F = \frac{Q}{\operatorname{tg}(\alpha_1 + \varphi_1) + \operatorname{tg}(\alpha_2 + \varphi_2)} \text{ [daN]}. \quad (8.5)$$

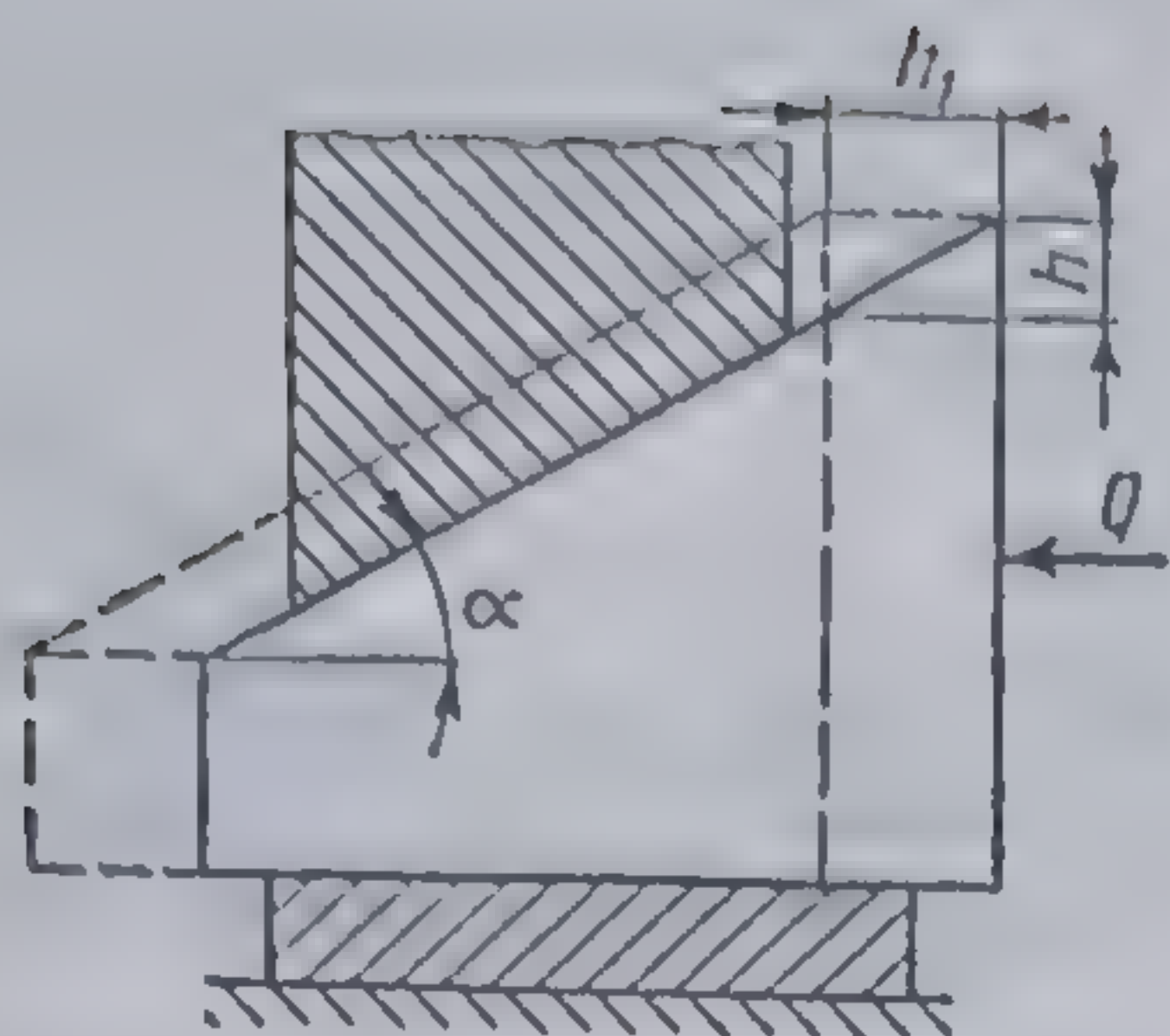


Fig. 8.9. Schemă pentru calculul cursei la pene.

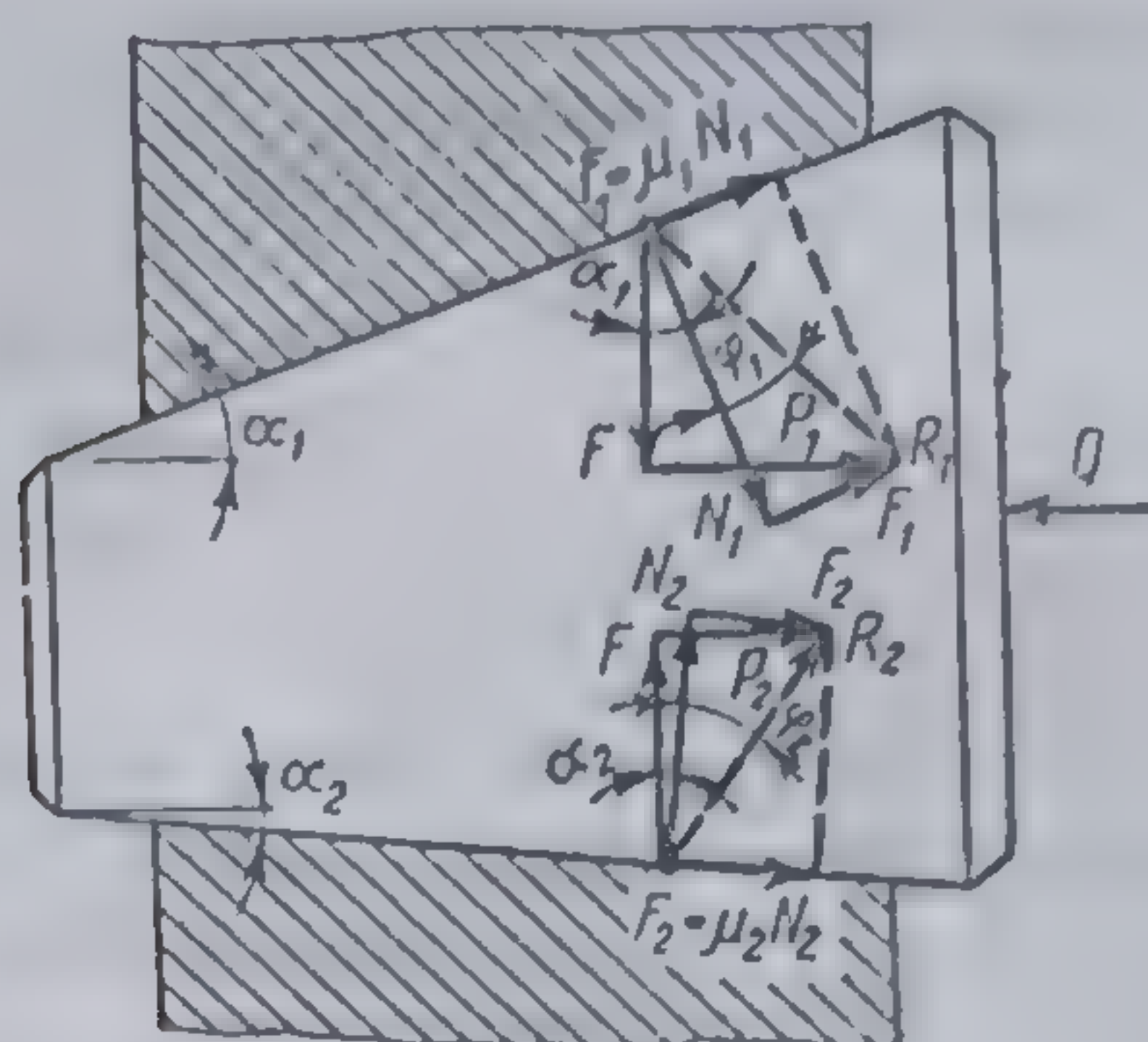


Fig. 8.10. Schemă de calcul a forței de strângere la pene.

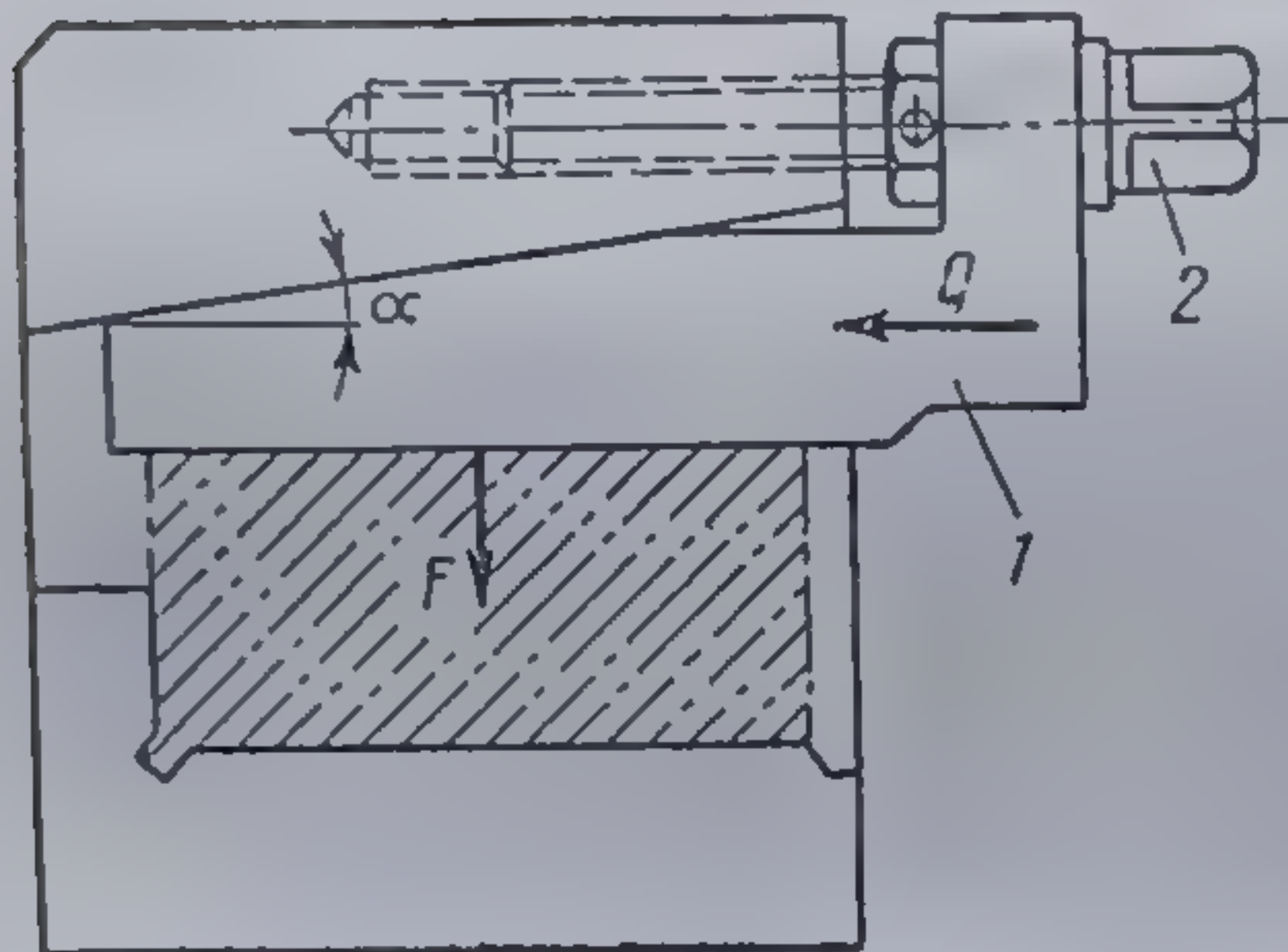


Fig. 8.11. Mecanism de strângere cu pană.

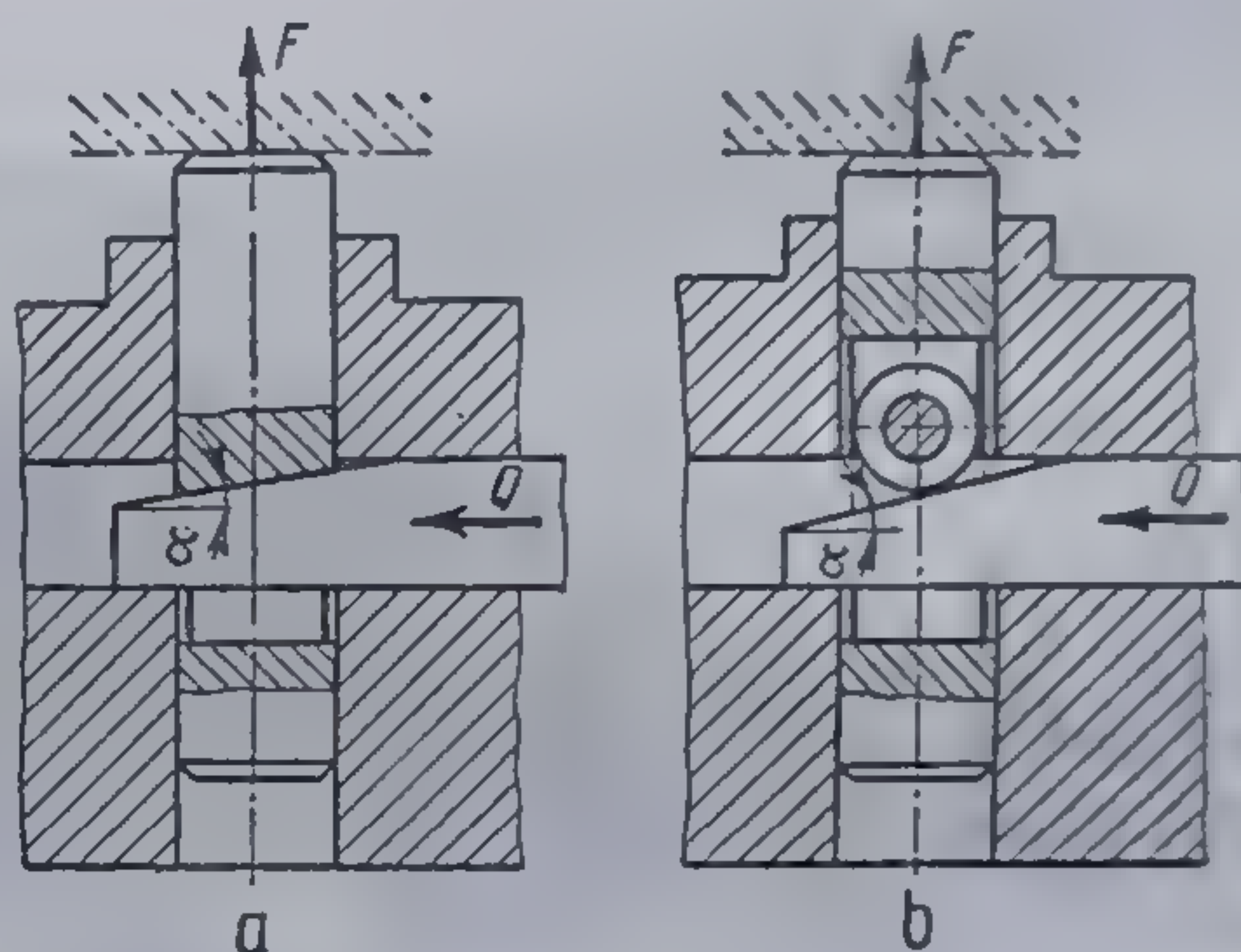


Fig. 8.12. Mecanisme cu pene și plunjer dublu ghidat:
a — fără role; b — cu role numai pe fața înclinată a penel.

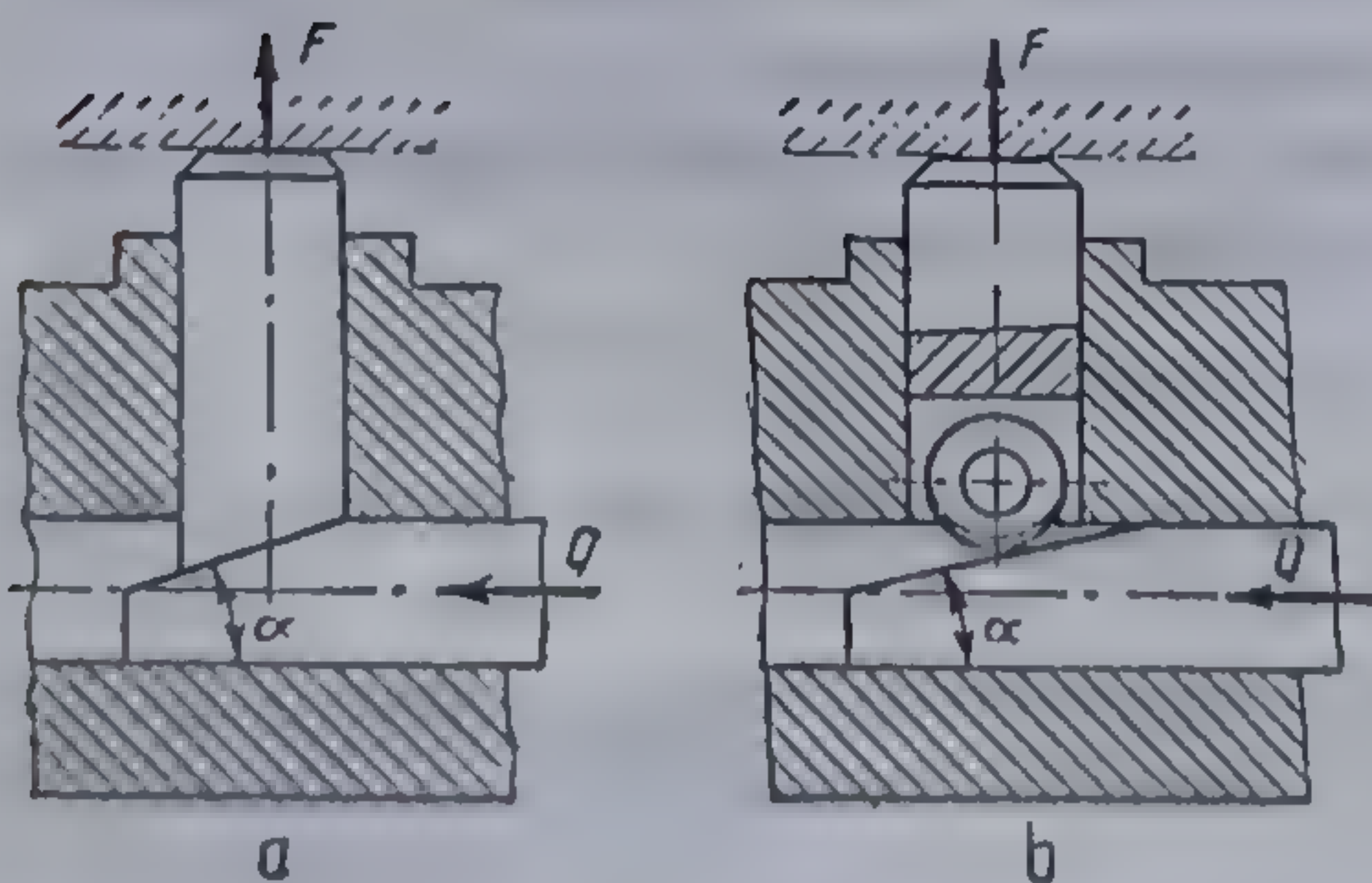


Fig. 8.13. Mecanisme cu pene și plunjer în consolă:
a — fără role; b — cu role.

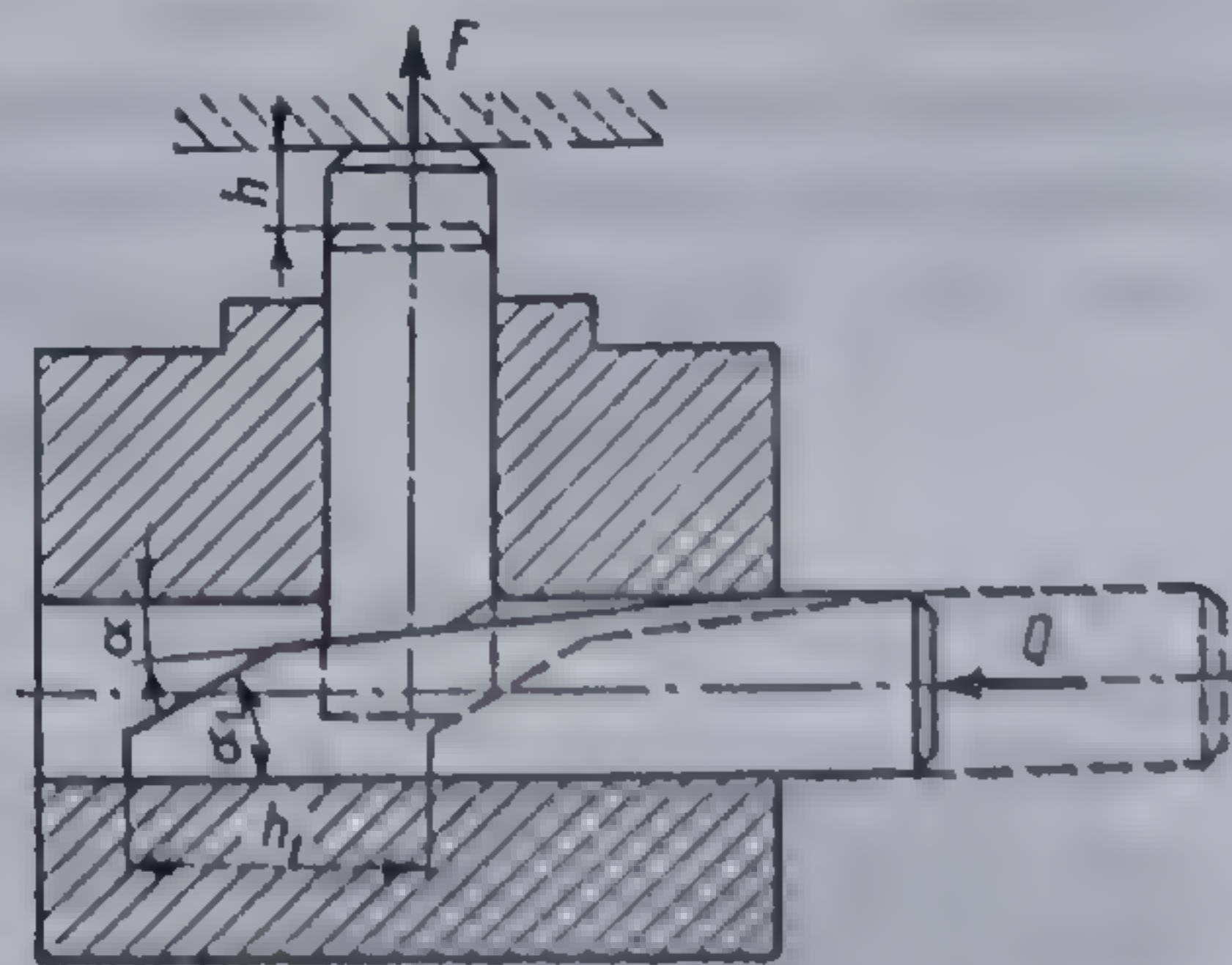


Fig. 8.14. Mecanism cu pană și plunjer cu unghiuri de pantă duble

Pentru penele cu unghiurile de pantă egale ($\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha$) și cu unghiurile de frecare egale ($\varphi_1 = \varphi_2 = \varphi$), relația de calcul (8.5), devine:

$$F = \frac{Q}{2 \operatorname{tg}(\alpha + \varphi)} [\text{daN}]. \quad (8.6)$$

În cazul penelor cu o singură față înclinată ($\alpha_2 = 0$, $\alpha_1 = \alpha$), cu unghiuri de frecare diferite pe cele două fețe, relația 8.5 devine:

$$F = \frac{Q}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1) + \operatorname{tg} \varphi_2} [\text{daN}]. \quad (8.7)$$

Un exemplu în acest sens, în care forța de strângere se calculează cu relația 8.7 este dat în figura 8.11, unde pana 1 este antrenată în deplasare, pentru strângerea și desfacerea semifabricatului, cu ajutorul șurubului 2.

Dacă penele au o singură față înclinată și frecarea are loc numai pe această față (cazul penelor multiple), relația pentru calculul forței de strângere este:

$$F = \frac{Q}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi)} [\text{daN}] \quad (8.8)$$

b. Mecanisme de strângere cu pene și plunjere

Aceste mecanisme servesc ca elemente intermediare pentru transmiterea forțelor de strângere în construcția dispozitivelor acționate pneumatic, hidraulic sau manual. Principalele tipuri de mecanisme de strângere cu pene și plunjere sînt reprezentate în figurile 8.12 și 8.13.

La executarea mecanismelor cu pene și plunjer cu autofrînare, cursa de lucru realizată de plunjere este uneori insuficientă pentru a acoperi jocul inițial dintre semifabricat și dispozitiv și variațiile dimensiunilor de strângere ale acestora. Pentru a se realiza totuși mecanisme cu autofrînare, dar care să asigure deplasări suficiente, se execută pene cu unghiuri de pantă duble (fig. 8.14). Prima porțiune a penei cu unghiul de pantă $\alpha_1 = 15^\circ \dots 45^\circ$ este folosită pentru apropierea plunjerului de semifabricat, iar a doua porțiune cu $\alpha \leq 11^\circ$, pentru strângere. În acest mod, se obțin deplasări ale plunjerelor suficient de mari, care permit introducerea și scoaterea comodă a semifabricatelor din dispozitiv.

Din această cauză, la mecanisme cu pene acționate pneumatic apar dificultăți la retragerea penelor, deoarece presiunea aerului comprimat este limitată și nu permite realizarea unor forțe mai mari. Pentru desfacerea semifabricatelor, în asemenea situații se recurge la soluții constructive, care realizează retragerea penelor prin șoc.

c. Mecanisme cu pene multiple

Aceste mecanisme pot fi cu pene multiple simple sau cu pene multiple și plunjere.

Impănarea dublă este realizată cu ajutorul unei conicități. În funcție de unghiul acesteia se poate produce o strângere simplă sau cu autoblo-

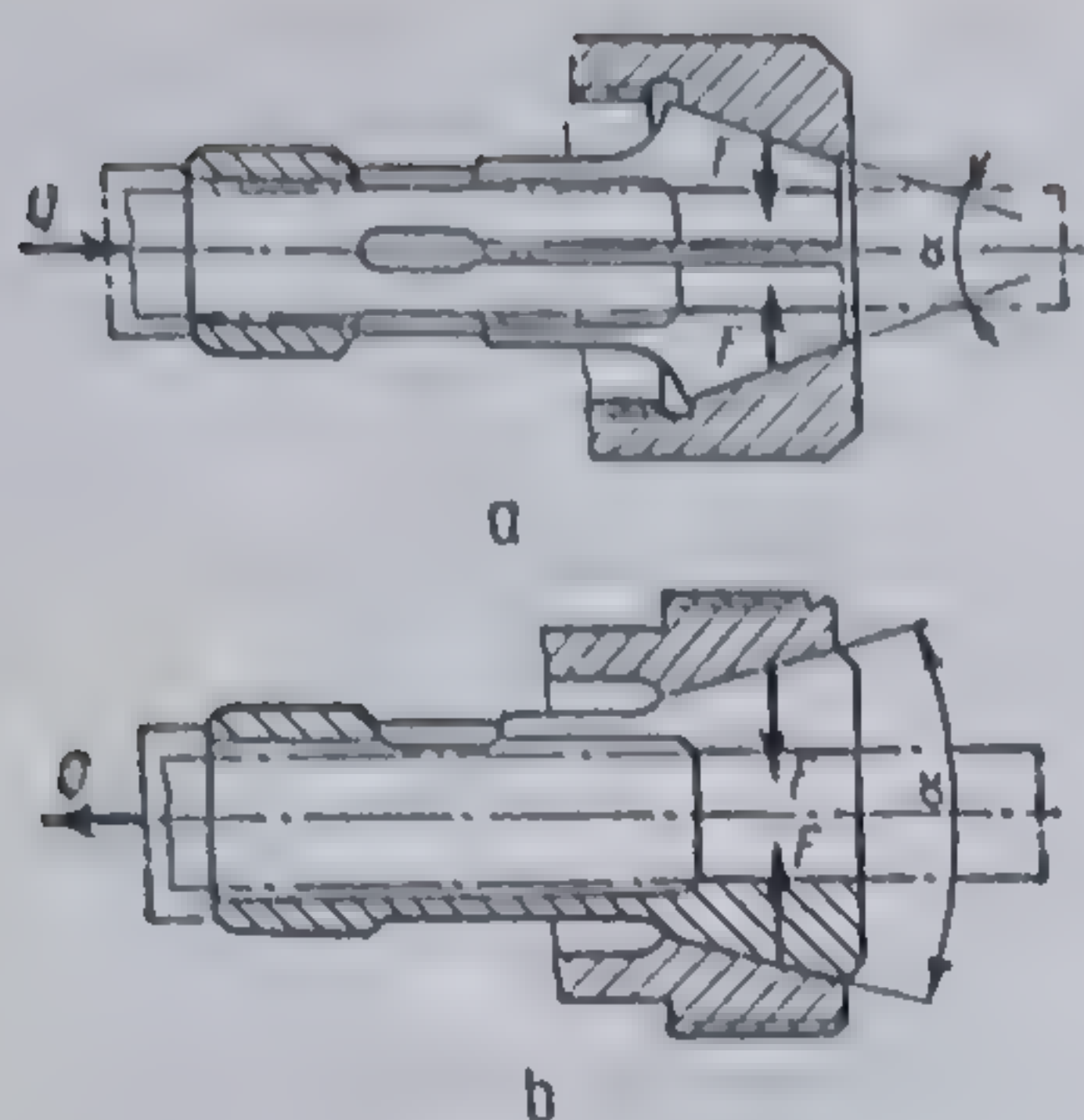


Fig. 8.15. Strângerea semifabricatelor în bușe elastice.

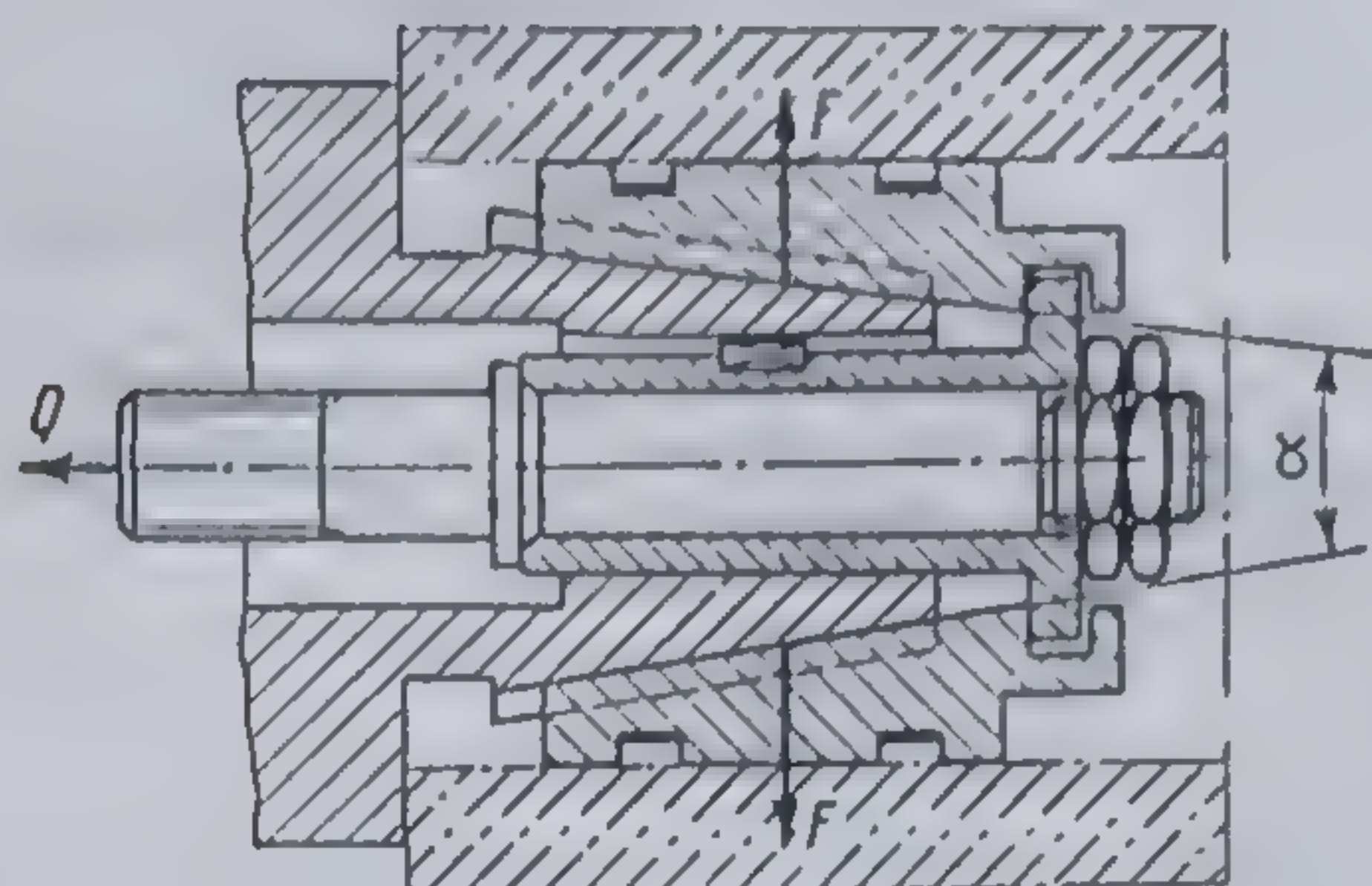


Fig. 8.16. Strângerea semifabricatului pe dorn cu pene multiple.

care. Când acest unghi este mai mic decât unghiul de frecare ($6-8^\circ$), se va produce autoblocarea, iar când este mai mare, după dispoziția forței axiale, conul va înceta să mai mențină autoblocarea.

În figura 8.15 este reprezentată strângerea semifabricatelor cu bușe elastice. În timpul strîngerii, fiecare falcă se comportă ca o pană cu o singură față înclinată (cu frecare numai pe fața înclinată), deoarece, în cursa de strîngere, semifabricatul se deplasează împreună cu bușa elastică.

La strângerea semifabricatului pe dornul cu pene multiple (fig. 8.16) frecarea are loc pe ambele fețe ale penelor, întrucît semifabricatul este sprijinit axial pe gulerul dornului.

6. MECANISME DE STRÎNGERE CU EXCENTRIC

Mecanismele cu excentric utilizate în construcția dispozitivelor pot avea excentricii de două feluri: circulari și curbilinii și servesc ca mecanisme rapide de blocare la fixarea semifabricatelor.

Folosirea acestor tipuri de mecanisme conduce la reducerea timpilor auxiliari de 5 pînă la 10 ori, dar nu pot fi întrebuințate în cazul semifabricatelor insuficient de rigide, care pot vibra în timpul prelucrării, deoarece există pericolul autodesfacerii mecanismului.

1) *Mecanismele cu excentric circular* sînt caracterizate prin simplitate constructivă, profilul de lucru AB fiind executat după un arc de cerc (fig. 8.17); aceste mecanisme au dezavantajul că dezvoltă forțe de fixare variabile și curse de lucru mici.

Întrucît excentricele circulare au unghiul de pantă variabil în lungul profilului de lucru, trebuie să se respecte, în orice punct al profilului, condiția de autofrînare, și anume:

$$\alpha < \varphi_1 + \varphi_2, \quad (8.9)$$

în care:

φ_1 este coeficientul de frecare între axul excentricului și excentric;

φ_2 — coeficientul de frecare între excentric și plesa de strîns.

Pentru o bună funcționare este necesar să se respecte raportul

$$20 \geq \frac{D}{e} \geq 13.$$

2) *Mecanismele cu excentric curbiliniu* au avantajul că dezvoltă forțe de strângere constante pe toată lungimea profilului și se obțin curse de lucru mai mari decât cele cu excentric circular. Dezavantajul lor constă în trasarea și execuția greoaie a profilului de lucru.

În general, pentru mecanismele de strângere sau de blocare se folosesc excentricele curbilinii cu profilul de lucru executat după o spirală logaritmică sau după o spirală arhimedică.

Valoarea forței de strângere F dezvoltată de mecanismul cu excentric (circular și curbiliniu) se calculează cu relația:

$$F = \frac{Q \cdot l}{\rho [\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1) + \operatorname{tg} \varphi_2]} \text{ [daN]}, \quad (8.10)$$

în care:

Q — este forța aplicată în mânerul excentricului, în daN; se consideră $Q = 5 \dots 15$ daN;

l — distanța dintre punctul de aplicație al forței Q și centrul de rotire al excentricului, în mm;

ρ — raza de contact a excentricului, în mm;

α — unghiul de pantă al excentricului, în grade;

φ_1 — unghiul de frecare dintre excentric și piesă, în grade;

φ_2 — unghiul de frecare dintre excentric și fus.

În calcule se va lua $\varphi_1 = \varphi_2 = 5^\circ 43'$.

Excentricele sînt acționate manual cu ajutorul unor mînere sau manivele sau mecanic de la tijele unor motoare pneumatice sau hidraulice. Pîrghia cu două brațe 1 (fig. 8.18), acționată cu discul excentric 2, strînge semifabricatul 3, în vederea prelucrării. Arcul 4 realizează deplasarea lină a pîrghiei de pe suprafața semifabricatului la deblocare. În acest caz forța de strângere dezvoltată va fi:

$$F = \frac{a}{b} \cdot \frac{Ql}{\rho [\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1) + \operatorname{tg} \varphi_2]} \text{ [daN]}, \quad (8.11)$$

în care:

a și b sînt dimensiunile pîrghiei, în mm;

ρ — raza excentricului, în mm;

l — distanța dintre punctul de aplicație al forței Q și centrul de rotire al excentricului, în mm;

Q — forța aplicată la manetă, în daN; $Q = 5 \dots 15$ daN.

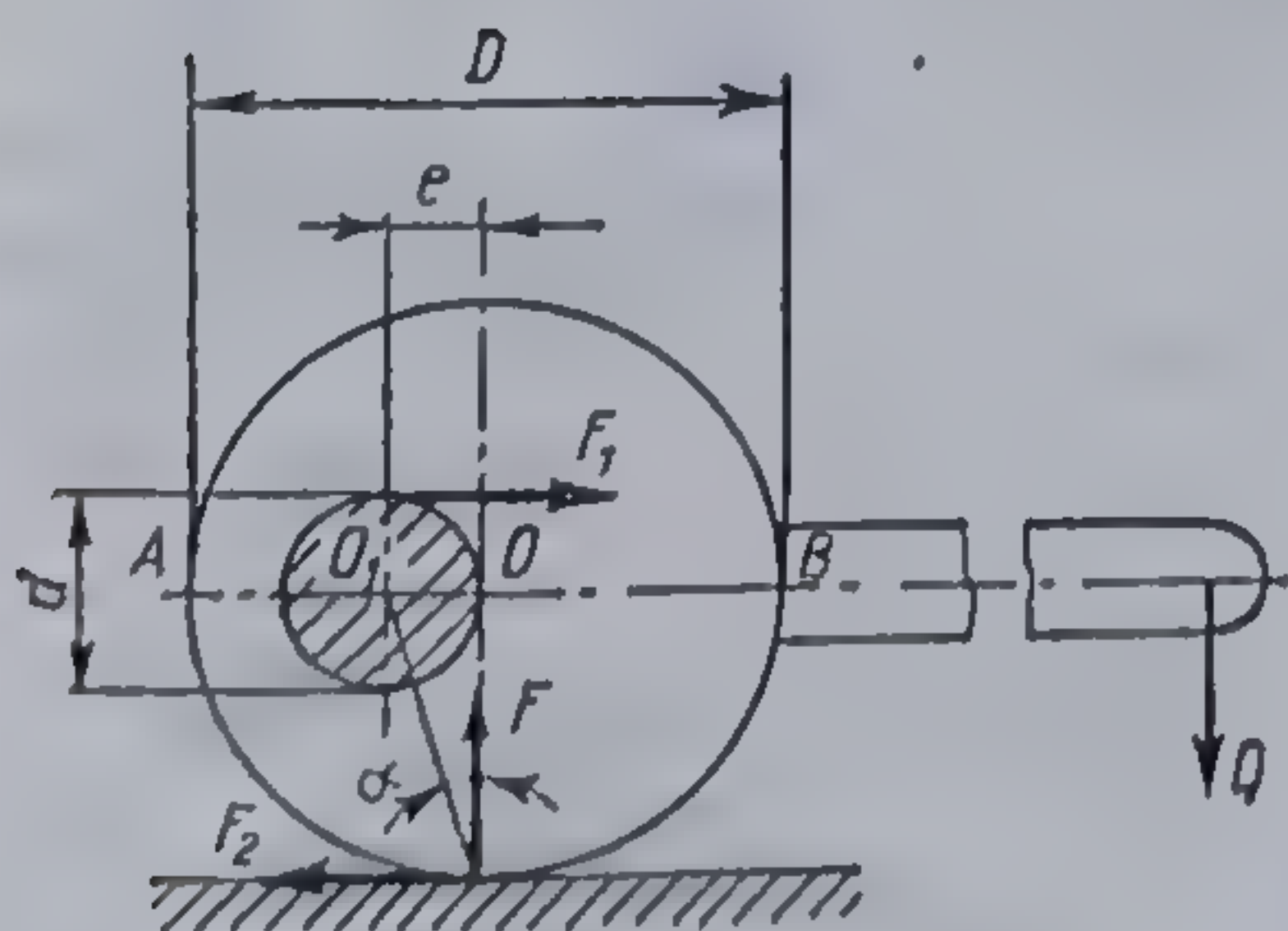


Fig. 8.17. Forțele de acționare și de strângere la un mecanism cu excentric.

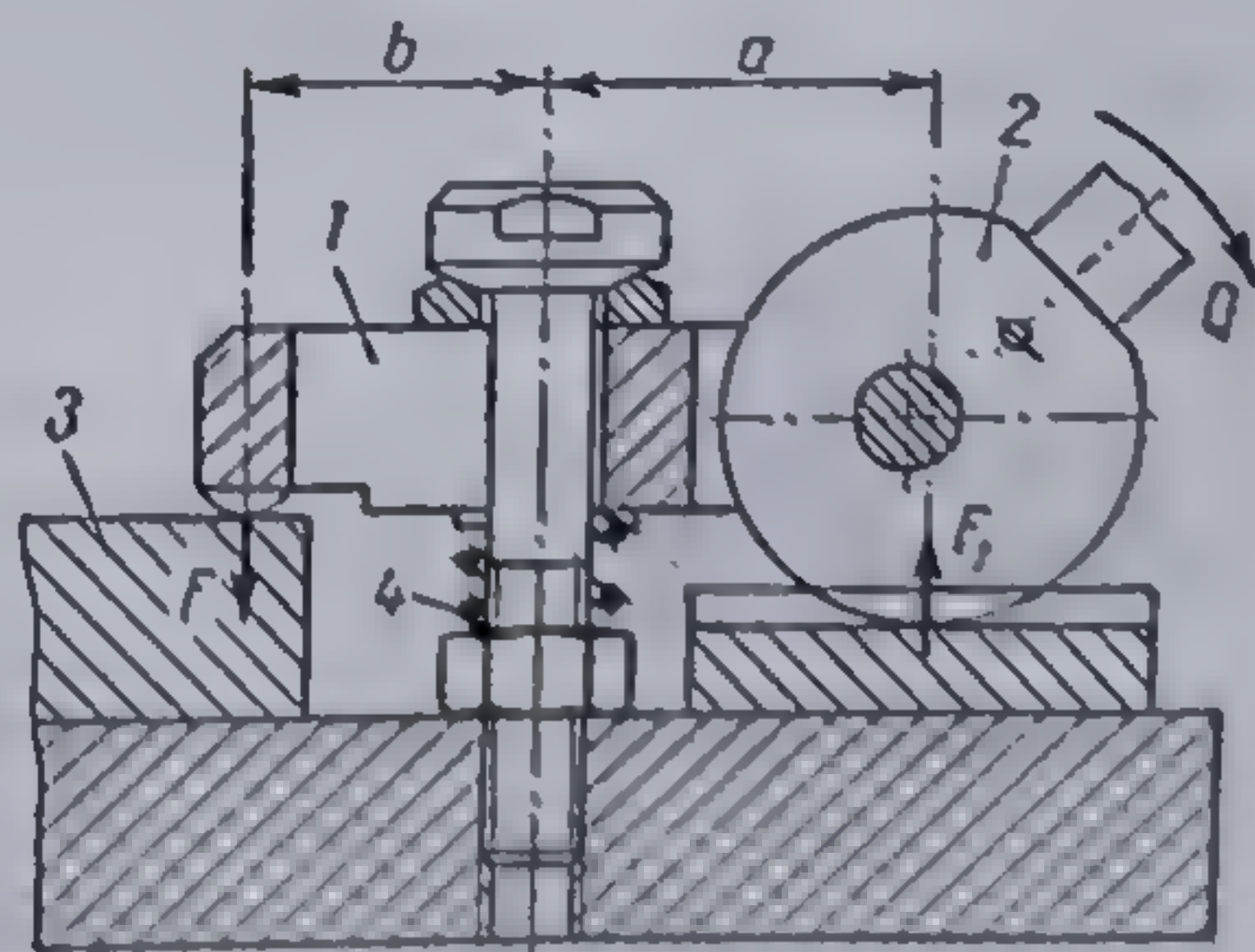


Fig. 8.18. Pîrghie cu două brațe acționată cu disc excentric.

7. MECANISME DE STRÎNGERE CU FILET

Mecanismele de strîngere cu filet pot fi de construcție simplă, de tip șurub-piuliță sau piuliță-prezon și combinate cu diferite elemente, ca: pîrghii, pene, fâlcii etc.

Mecanismele de strîngere cu filet, fiind de construcție simplă, pot fi executate în cadrul oricărei întreprinderi constructoare de mașini, în orice atelier de reparații, de întreținere etc. deoarece realizarea acestora nu ridică probleme deosebite. Aceste mecanisme pot lucra în orice condiții, indiferent de abaterile dimensiunilor de strîngere și de mărimea curselor și a forțelor de strîngere, fapt pentru care sînt folosite în producția de unicate și de serie mică, la fixarea semifabricatelor direct pe mașina-uneltă sau în dispozitive acționate manual. Trebuie remarcat că mecanismele de strîngere cu filet, acționate manual, nu pot garanta constanța forței de strîngere, a cărei valoare poate varia în limite foarte largi. Din această cauză, nu se recomandă să se folosească aceste mecanisme la fixarea pieselor cu pereți subțiri și în general la fixarea pieselor ușor deformabile. Șurubul de strîngere (fig. 8.19, a) se folosește foarte rar, deoarece momentul de frecare dintre capul de presiune al șurubului și semifabricat poate deplasa semifabricatul de pe reazemele principale, deteriorînd suprafața de strîngere, putînd produce încovoirea șurubului. Din aceste motive, între capul de presiune al șurubului și semifabricat se introduc elemente intermediare (fig. 8.19, b) care elimină aceste neajunsuri.

În alte situații, pe capul șurubului 1 se plasează tălpi de presiune oscilante 2 sau orientate (fig. 8.20).

Trebuie evitată, pe cît posibil, introducerea șuruburilor de strîngere direct în corpul dispozitivului, deoarece, din cauza frecvenței mari a

Fig. 8.20. Strîngere prin intermediul tălpii de presiune.

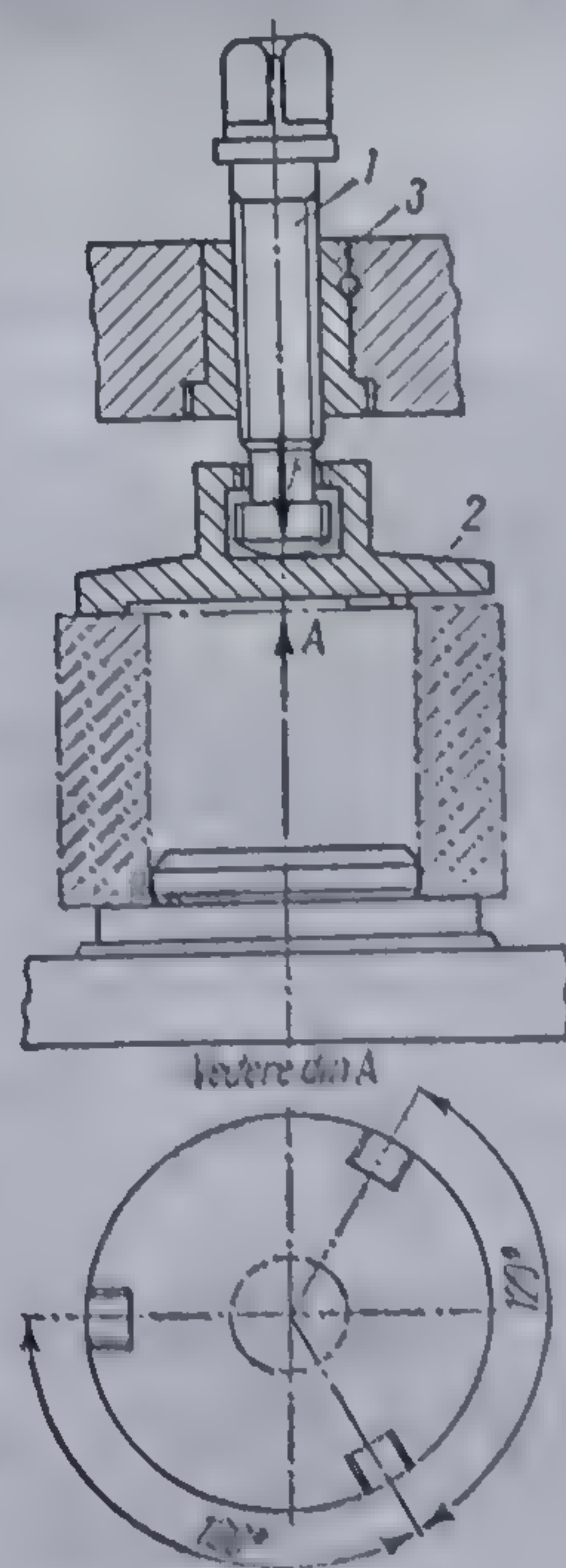
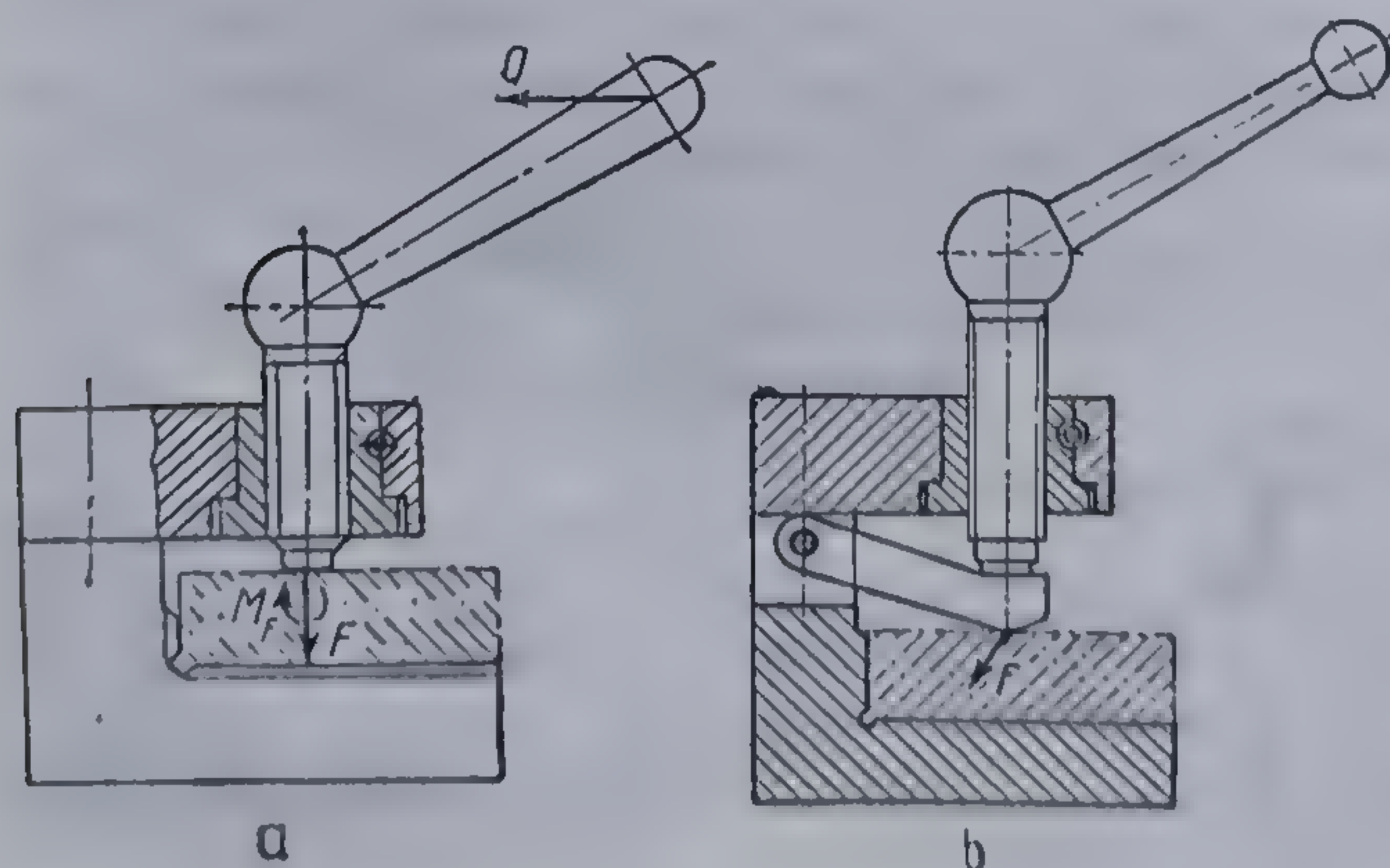


Fig. 8.19. Fixarea semifabricatului cu șurub de strîngere.



strîngerii și desfacerii și datorită faptului că forțele de strîngere se închid în dispozitiv prin filetul șurubului, se produce uzura prematură a filetului din corpul său. Aceasta reclamă fie înlocuirea, fie repararea corpului, ceea ce presupune scoaterea dispozitivului din fabricație pentru o anumită perioadă de timp și necesită cheltuieli suplimentare pentru reparare. În scopul reducerii timpului și cheltuielilor legate de repararea dispozitivului, în corpul lui se presează bucșele filetate 3 (v. fig. 8.19 și 8.20), asigurate cu ajutorul unor știfturi de centrare. Pentru o mai mare operativitate la reparații, în construcția dispozitivelor se folosesc bucșe filetate la interior și exterior.

Aplicarea forțelor exterioare piulițelor și șuruburilor de strîngere se realizează cu ajutorul unor capete de antrenare manevrate cu chei de diferite tipuri, cu tije, mînere, roți de mînă etc.

8. MECANISME DE STRÎNGERE CU ARCURI

Arcurile sînt organe de mașini caracterizate prin capacitatea de deformație elastică și acumulare de energie sub acțiunea sarcinilor, pe care o redă total sau parțial în timpul revenirii în poziția inițială. Datorită acestei proprietăți, arcurile sînt utilizate în construcția unor mecanisme de strîngere sau a unor părți componente ale acestora, ca: elementele de indexare, mecanismele de extragere etc.

Cea mai mare întrebuintare la realizarea acestor mecanisme o au arcurile cilindrice elicoidale cu secțiunea spirei circulară (v. tab. 5.1, fig. 8.4 și 8.18).

9. MĂSURI DE TEHNICĂ A SECURITĂȚII MUNCII

Înainte de folosire, fiecare executant va trebui să cunoască construcția, modul de prindere pe mașina-unealtă și modul de folosire a dispozitivelor cu care lucrează. Se va acorda atenție deosebită la fixarea și reglarea dispozitivelor pe mașinile-unelte în vederea prelucrării.

Înainte de a porni mașina-unealtă, muncitorul trebuie să verifice dacă prinderea semifabricatului în dispozitiv s-a făcut corect, pentru ca acesta să nu se desprindă în timpul execuției și să producă accidente. În acest scop vor fi sesizate toate cazurile în care se constată uzura unor părți componente ale dispozitivelor pentru a nu fi periclitată securitatea muncii în timpul prelucrării pieselor. Dacă nu există posibilitatea înlocuirii curente a organelor uzate, atunci dispozitivul va fi scos din folosință pe perioada remedierii.

De asemenea, se va acorda atenție întreținerii și depozitării dispozitivelor, pentru a le feri de agenții care ar contribui la deteriorarea lor.

VERIFICAREA CUNOȘTINȚELOR

1. Să se indice de cîte feluri sînt erorile de strîngere, cui se datoresc și cum se pot atenua.
2. Să se menționeze condițiile impuse schemelor de strîngere și să se prezinte cazurile mai frecvent întîlnite în practică.

3. Să se precizeze particularitățile mecanismelor de strângere cu pene și soluțiile constructive în vederea asigurării condițiilor de autofrînare.
4. Cite feluri de mecanisme cu excentric se cunosc și prin ce se diferențiază constructiv și funcțional?
5. Să se precizeze avantajele și dezavantajele mecanismelor cu filet, modalitățile de protejare a piesei la fixare și soluțiile constructive legate de mărirea duratei de utilizare.
6. Folosindu-se modelele descrise la acest capitol, să se schițeze un mecanism de strângere care să se preteze la fixarea pieselor ce se prelucerează în atelierele școlare de instruire practică.

3. Să se precizeze particularitățile mecanismelor de strângere cu pene și soluțiile constructive în vederea asigurării condițiilor de autofrînare.
4. Câte feluri de mecanisme cu excentric se cunosc și prin ce se diferențiază constructiv și funcțional?
5. Să se precizeze avantajele și dezavantajele mecanismelor cu filet, modalitățile de protejare a piesei la fixare și soluțiile constructive legate de mărirea duratei de utilizare.
6. Folosindu-se modelele descrise la acest capitol, să se schițeze un mecanism de strângere care să se preteze la fixarea pieselor ce se prelucerează în atelierele școlare de instruire practică.

MECANISME DE CENTRARE ȘI FIXARE

Mecanismele care, prin construcție, permit orientarea și fixarea semifabricatelor în raport cu unul sau două plane de simetrie, poartă denumirea de *mecanisme de centrare și fixare*. Mecanismele de centrare și fixare contribuie la mărirea productivității muncii prin reducerea timpilor ajutători consumați cu orientarea și fixarea pieselor. Din categoria acestor mecanisme fac parte: mecanismele de centrare și fixare cu prisme, cu pîrghii, cu pene multiple și plunjere, cu bucse elastice, cu hidroplast.

1. MECANISME DE CENTRARE ȘI FIXARE CU PRISME

Mecanismele de centrare și fixare cu prisme servesc la centrarea și fixarea semifabricatelor pe suprafețe curbe. În figura 9.1 este reprezentat un mecanism care permite orientarea semifabricatului în dispozitiv după conturul exterior (mai ales în cazul semifabricatelor turnate sau forjate), realizîndu-se totodată orientarea și strîngerea lui. Semifabricatul este prins între prisma mobilă 1 și prisma reglabilă 2 (ambele avînd suprafețele de centrare înclinate). Prisma reglabilă se deplasează cu ajutorul șuruburilor 3 și 4.

Un alt tip de dispozitiv este reprezentat în figura 9.2, la care plăcile de presiune 2 sînt fixe, iar prisma 1 este articulată. Prin strîngerea piuliței 4, pe capul șurubului rabatabil 3 se asigură orientarea și fixarea semifabricatelor în raport cu planul de simetrie $x-x$. Pentru a se realiza o strîngere cît mai sigură a semifabricatelor, mai ales a celor obținute prin forjare sau turnare, fețele prismelor fixe și ale celor mobile se execută ușor înclinate cu unghiul γ (fig. 9.3).

În multe situații, semifabricatele necesită orientarea și fixarea în raport cu două axe de simetrie reciproc perpendiculare. În aceste cazuri,

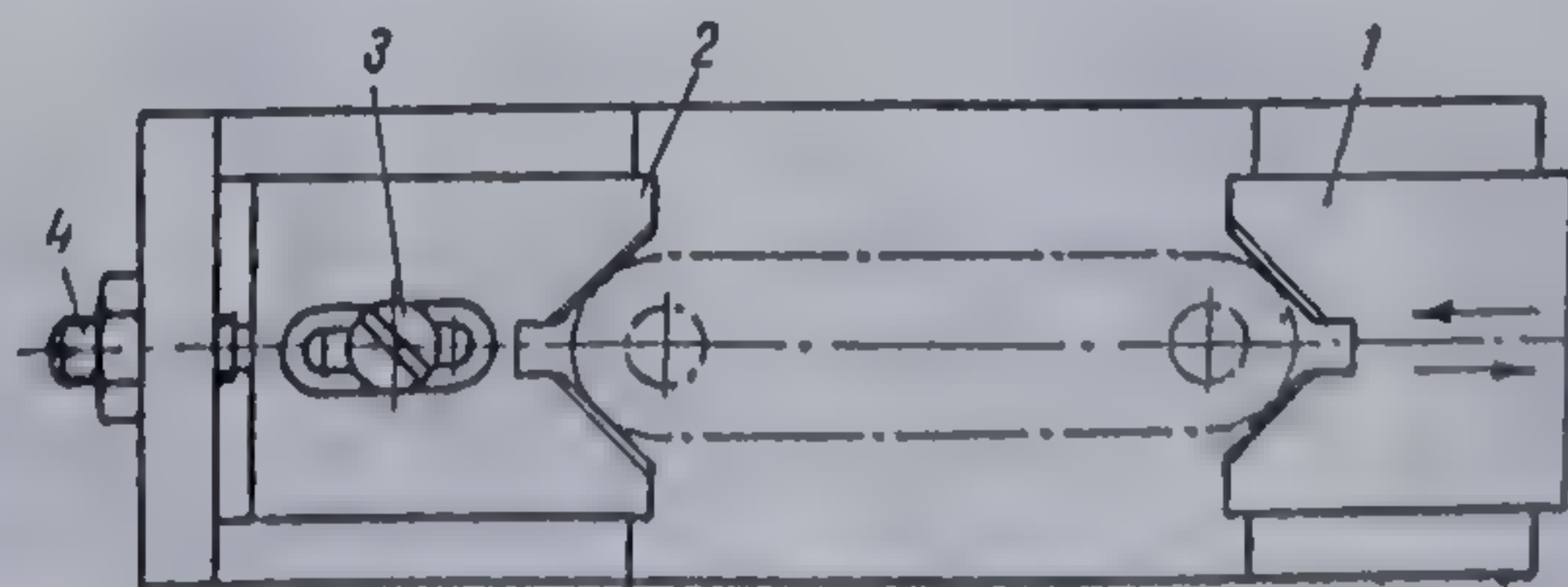


Fig. 9.1. Mecanism de centrare și strîngere cu prisme.

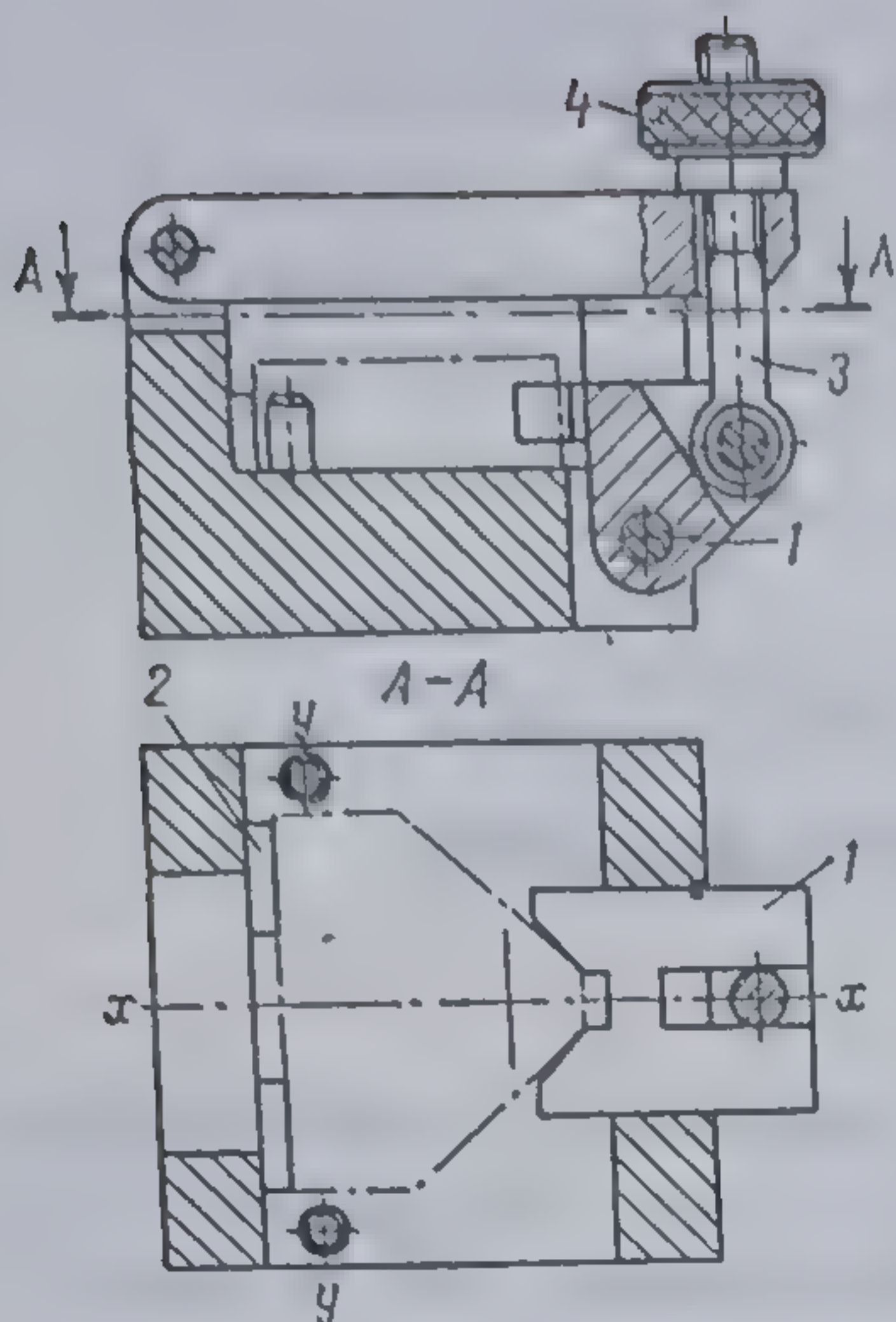


Fig. 9.2. Dispozitiv de centrare și fixare cu placa de presiune fixă și prisma articulată.

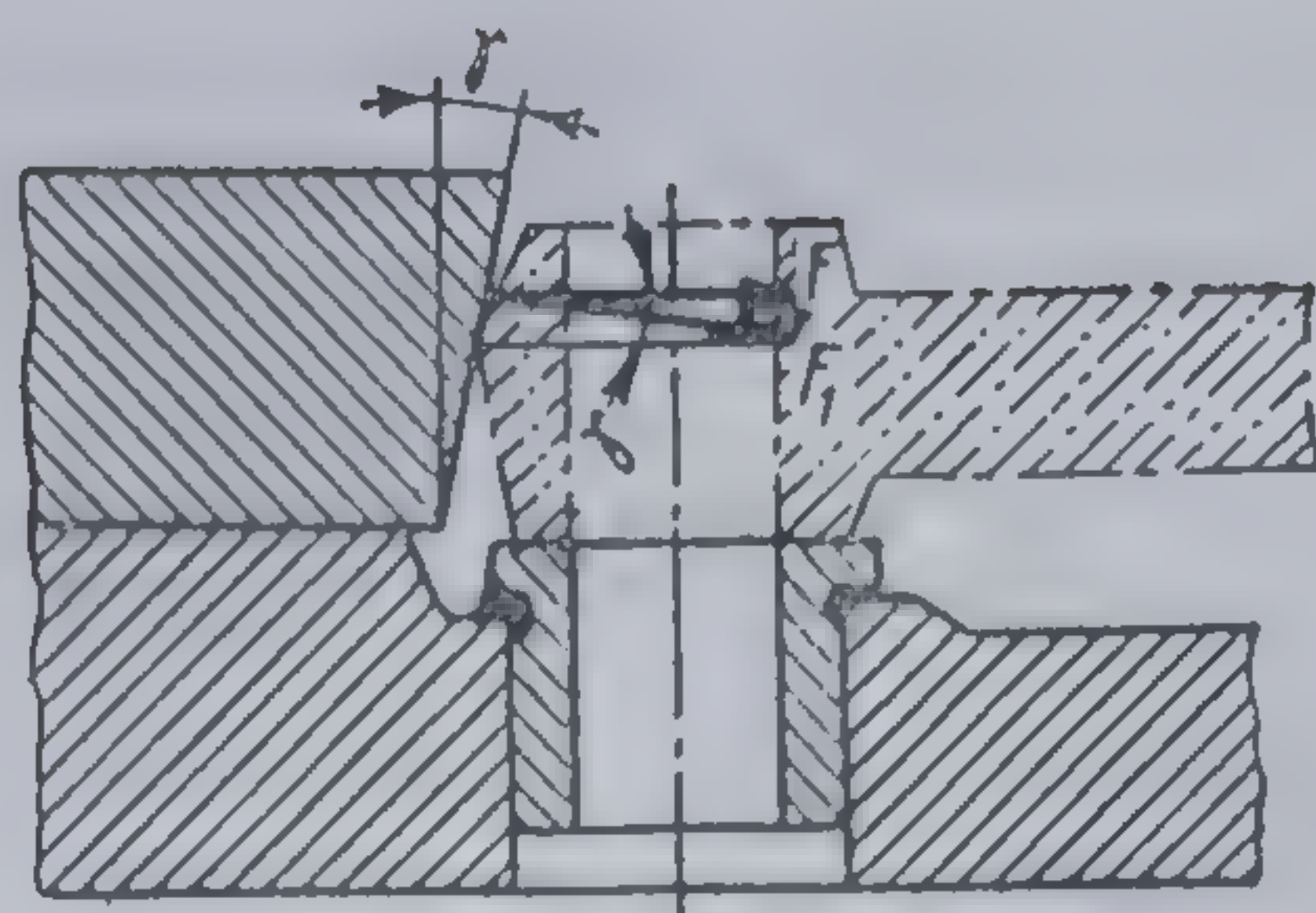


Fig. 9.3. Fixarea cu prisme cu fețele înclinate.

ambele prisme sînt mobile, iar deplasarea lor se realizează cu șuruburi cu filet stînga—dreapta care, în timpul manevrării, apropie sau îndepărtează simultan cele două prisme.

2. MECANISME DE CENTRARE ȘI FIXARE CU PÎRGHII

Mecanismele de centrare și fixare cu pîrghii sînt constituite din două sau mai multe pîrghii articulate, acționate simultan cu ajutorul unor sisteme manuale sau mecanice. În această categorie se includ majoritatea mecanismelor folosite în construcția mandrinelor autocentrante. Un asemenea mecanism este reprezentat în figura 9.4. Prin deplasarea în jos a tijei 3 sînt antrenate pîrghiile 1, care, la rîndul lor, deplasează fălcile 2 pe ghidajele 4, realizînd centrarea și fixarea semifabricatului 5. Pe măsura creșterii forței axiale Q (care va trebui să aibă o valoare limită maximă) crește și forța de strîngere F .

Mecanismul (fig. 9.5) este prevăzut cu două pîrghii, articulate pe axurile 3 și ghidate lateral în corpul 1. Capetele superioare ale pîrghiilor sînt executate sub formă de prisme, cu ajutorul cărora se realizează centrarea și fixarea semifabricatelor. Prin rotirea șurubului 5, prevăzut cu filet stînga-dreapta, sînt antrenate în mișcare de rotație pîrghiile 2,

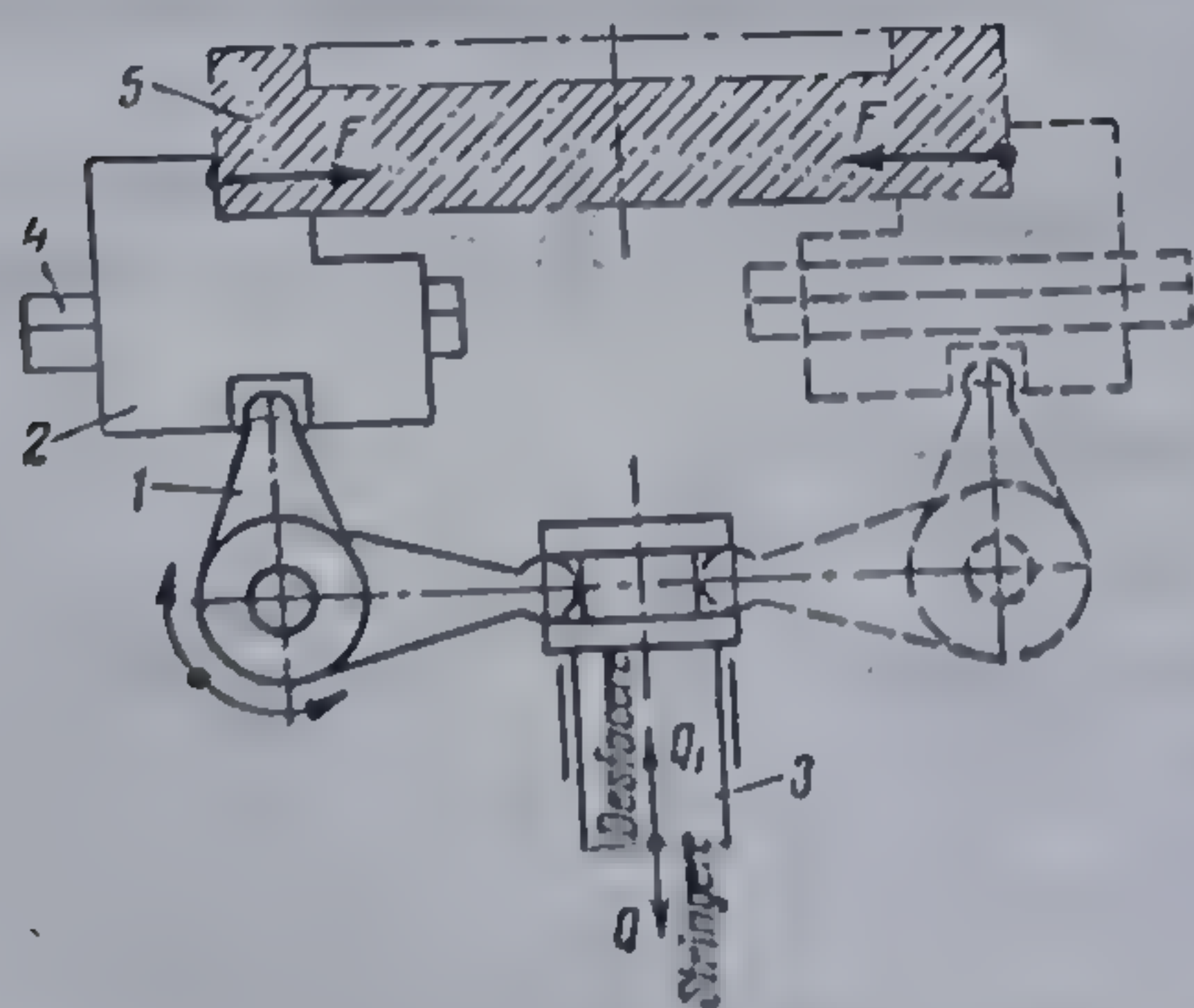
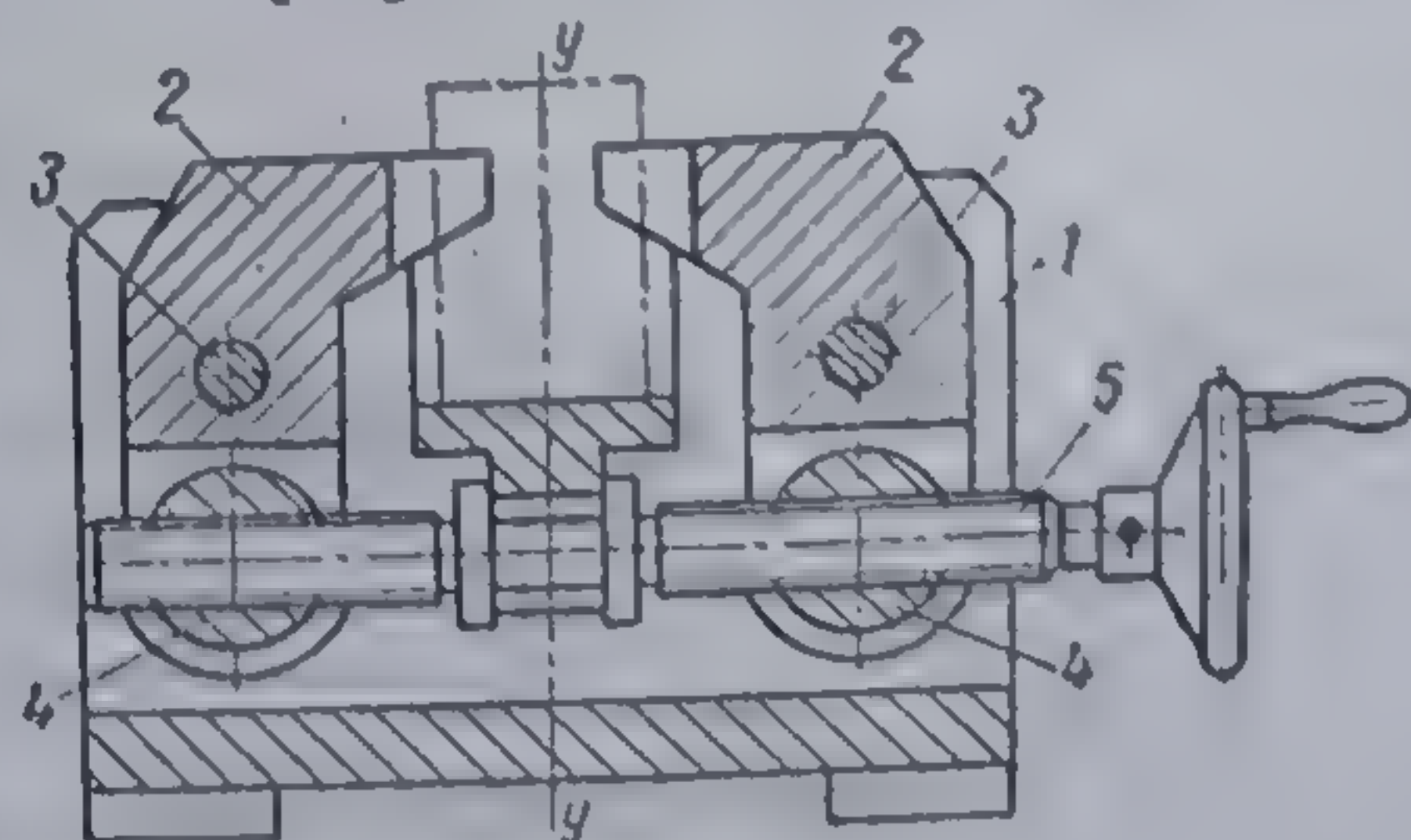


Fig. 9.4. Schema unui mecanism auto-centrat cu pîrghii și fălci.

Fig. 9.5. Mecanism de centrare și fixare cu pîrghii în formă de prisme.



prin intermediul piulițelor cilindrice 4. Între piulițele cilindrice 4 și pîrghiile 2 se asigură un ajustaj cu joc, care, în timpul manevrării șurubului, permite pîrghiilor să se rotească în jurul axurilor 3, iar între șurub și furca din corpul mecanismului se prevede un joc suficient de mare în direcția $y-y$ pentru a garanta ridicarea și coborîrea sistemului șurub-piuliță.

3. MECANISME DE CENTRARE ȘI FIXARE CU PENE MULTIPLE ȘI PLUNJERE

Aceste mecanisme se folosesc la orientarea și fixarea pieselor pe suprafețe cilindrice interioare, neprelucrate sau prelucrate grosolan, la care este necesară respectarea grosimii pereților.

Centrarea și fixarea semifabricatelor se realizează prin deplasarea simultană în direcția radială a trei, patru sau șase plunjere așezate în consolă.

În figura 9.6 este reprezentat un dorn autocentrant cu pene și plunjere acționat manual prin intermediul șurubului 4. În corpul dornului 1 ghidează pana 2, prevăzută cu trei canale înclinate față de axa dornului cu unghiul α și dispuse la 120° unul față de altul. Pana multiplă 2, montată pe corpul șurubului 4, se deplasează odată cu acesta. Pentru centrarea și fixarea piesei de prelucrat este acționat șurubul 4, care, prin intermediul penei multiple 2, deplasează plunjerile 3 în direcția radială, pînă cînd vin în contact cu suprafața interioară a piesei, realizîndu-se simultan centrarea și fixarea. Corpul dornului este prevăzută cu un prag circular pentru sprijinul piesei în direcție axială.

Piesa se poate desprinde prin rotirea șurubului 4 în sens invers, antrenînd pana multiplă 2, care eliberează plunjerile 3. Arcurile 5, montate cu ajutorul piulițelor 6, readuc plunjerile în poziția inițială și eliberează piesa de prelucrat.

Un mecanism cu pene și plunjere acționat mecanic și folosit la prelucrarea pieselor de tipul bușelor este reprezentat în figura 9.7. Astfel, pana multiplă 1, fixată cu piulițele 4 pe corpul tijei 3, este deplasată longitudinal cu ajutorul unui motor

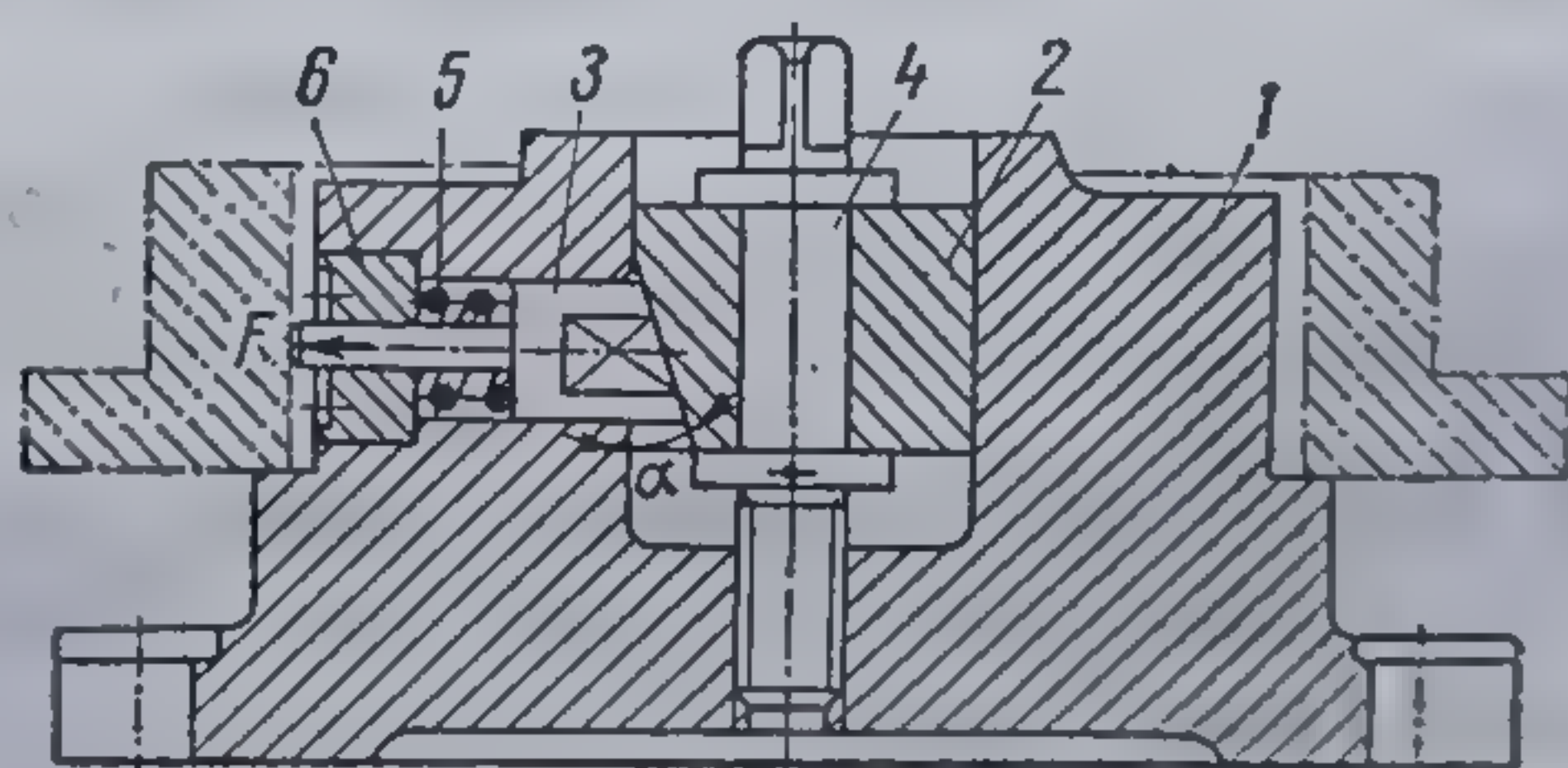


Fig. 9.6. Mecanism autocentrant cu pene și plunjere acționat manual.

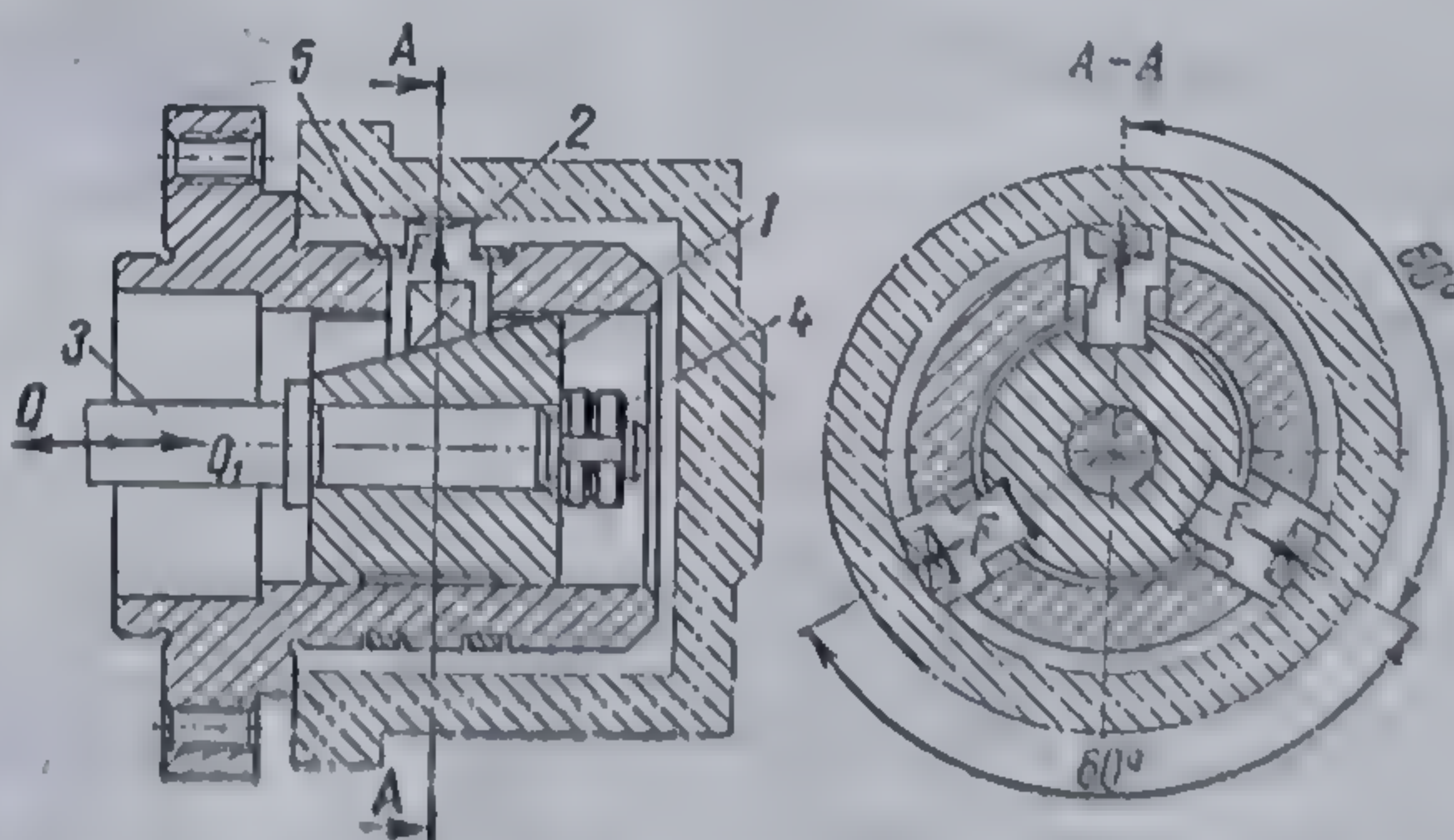


Fig. 9.7. Mecanism autocentrant cu pene și plunjere, acționat pneumatic.

pneumatic. În momentul deplasării spre stînga a penei 1, sînt antrenate simultan plunjerule 2 în mișcare radială, realizînd centrarea și fixarea semifabricatului. După prelucrare, tija și pana sînt deplasate spre dreapta, inelele elastice 5 retrag plunjerule care eliberează semifabricatul.

4. MECANISME DE CENTRARE ȘI FIXARE CU BUCȘE ELASTICE

Mecanismele de centrare și fixare cu bucșe elastice se caracterizează prin precizie de centrare ridicată, construcții simple, iar prin folosirea lor se obțin importante economii de manoperă auxiliară datorită timpilor foarte mici pentru fixarea semifabricatelor. Mecanismele cu bucșe elastice pot fi folosite cu bune rezultate și la fixarea semifabricatelor cu pereți subțiri, ușor deformabile, care nu se pot fixa în mecanisme cu fălci, cu pîrghii sau cu plunjerule.

Deoarece centrarea și fixarea semifabricatelor are loc prin deformarea elastică a corpului bucșei, domeniul de lucru al bucșelor este limitat. De aceea semifabricatele care se prelucurează în mandrine sau pe dornuri cu bucșe elastice necesită o prelucrare prealabilă a suprafețelor de strîngere. În cazul prelucrării din bare pe mașinile-unelte se folosesc bare calibrate.

Fetele active ale fălcilor (suprafețe de lucru) sînt netede (fig. 9.8, a, b), cînd sînt folosite la prelucrări precise cu regimuri de așchiere mici, sau zimțate (fig. 9.8, c), în cazul prelucrărilor la care apar forțe de așchiere mari. Prezența zimților mărește coeficienții de frecare dintre bucșă și semifabricate, asigurînd o bună fixare.

Din punctul de vedere al formei geometrice, fețele de lucru ale fălcilor bucșelor elastice se execută în funcție de secțiunea semifabricatelor (fig. 9.9).

Numărul fălcilor bucșelor elastice depinde de dimensiunile de strîngere ale semifabricatelor, și anume: pentru dimensiuni pînă la 30 mm se recomandă trei fălci; pentru dimensiuni cuprinse între 30 și 80 mm patru fălci, iar peste 80 mm — șase fălci. Trebuie menționat că precizia de cen-

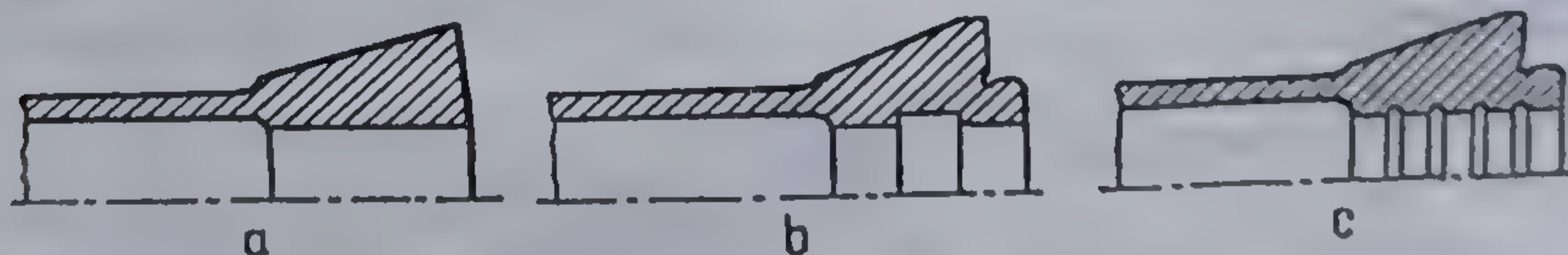


Fig. 9.8. Fetele de lucru la bucșele elastice.

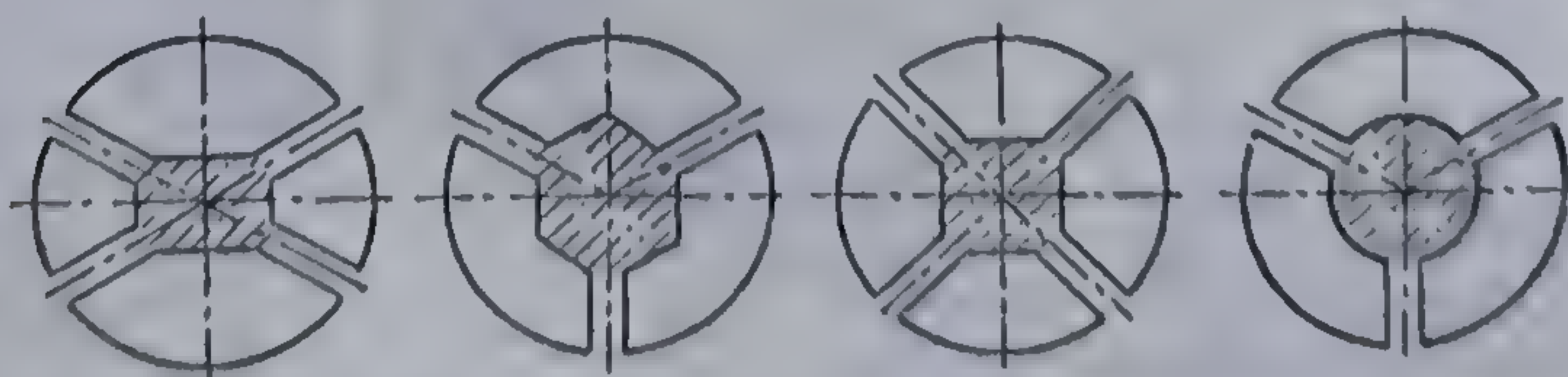


Fig. 9.9. Diferite tipuri de fălci.

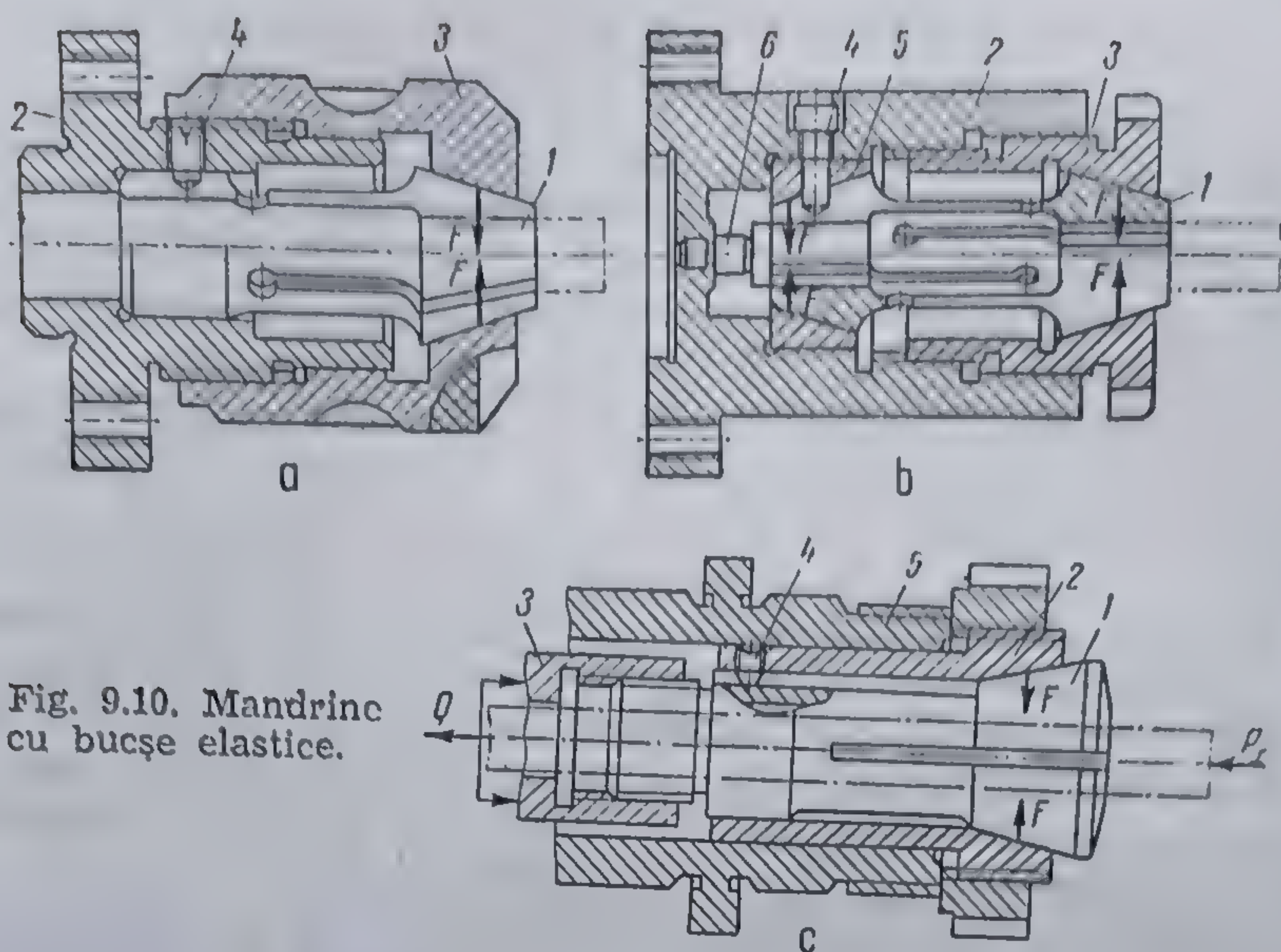


Fig. 9.10. Mandrine cu bușe elastice.

trare a mecanismelor se micșorează odată cu creșterea numărului de fălci. Bucșele elastice cu trei fălci dispuse la 120° realizează precizia de centrare cea mai ridicată, deoarece asigură o distribuție uniformă a forțelor de strângere pe cele trei fălci.

Din figura 9.10 rezultă construcția și funcționarea mecanismelor cu bușe elastice. Bucșa elastică cu con direct 1 (fig. 9.10, a) este centrată și sprijinită axial în corpul mandrinei 2 și deformată prin deșurubarea manșonului 3.

Bucșa elastică bilaterală 1 (fig. 9.10, b) este centrată pe alezajele conice ale bușelor 3 și 5 și se deformează prin înșurubarea bucșei 3. Avantajul mandrinei cu bucșă bilaterală constă în aceea că realizează centrarea și fixarea în două secțiuni diferite, asigurând o strângere mai bună a semifabricatelor. Șuruburile 4 asigură bușele împotriva rotirii, iar cepurile 6 servesc la sprijinirea frontală a semifabricatelor.

Mandrinele cu bușe elastice cu con direct au dezavantajul că nu asigură o centrare prea precisă deoarece manșonul sau bucșa filetată pe care se centrează fălcile se assemblează cu corpul prin înșurubare.

La prelucrarea din bare pe strunguri automate, semiautomate sau revolver se folosesc bușe elastice cu con invers sau cu fălci libere. În figura 9.10, c este reprezentată o mandrină cu bucșă elastică cu con invers, care lucrează prin tragere. Bucșa elastică 1 este centrată în reducția 2, împiedicată să se rotească de șurubul 4 și solicitată la întindere de către țeava 3 care face legătura cu mecanismul de strângere al mașinii.

Mecanismul prezintă avantajul că asigură o bună centrare semifabricatelor, deoarece reducția este fixată în conul arborelui principal. De asemenea, forța de strângere dezvoltată de mecanism crește odată cu creșterea componentei axiale P_x a forței de așchiere. În același timp, mandrina prezintă dezavantajul că nu asigură avansul corect al barei, deoarece în timpul strîngerii bucșa antrenează în deplasare și bara. Cu cât abaterile dimensiunii de strângere sînt mai mari, cu atât sînt mai mari și deplasările longitudinale ale bucșei și, prin urmare, și abaterile semifabricatului, în raport cu cota de reglare (poziția față de limitator).

5. MECANISME DE CENTRARE ȘI FIXARE CU HIDROPLAST

Hidroplastul este un material care se prezintă sub forma unui cauciuc fără pori, capabil să transmită presiuni constante în toate direcțiile. Denumirea de hidroplast provine de la aceea că se comportă ca un lichid cu vâscozitate mare, al cărui volum scade foarte puțin cu creșterea presiunii, încît poate fi socotit incompresibil.

O atenție deosebită trebuie acordată la umplerea corectă cu hidroplast a cavităților din corpul dispozitivului. În acest scop, hidroplastul trebuie încălzit pentru a fi adus din stare plastică în stare fluidă, temperatura depinzînd de marca folosită: pentru hidroplastul *DM* temperatura de încălzire este de 120—130°C; pentru *SM* este de 140—150°C, iar pentru *MATI* 1—4 de 150—160°C. Pentru umplerea corectă a cavităților cu hidroplast se vor lua următoarele măsuri:

- corpul dispozitivului se va încălzi pînă la temperatura de topire a hidroplastului pentru a se preveni răcirea și întărirea hidroplastului înainte de umplerea completă a tuturor cavităților;

- umplerea se va realiza prin curgerea liberă a hidroplastului; în acest scop, orificiul de umplere va fi plasat la partea superioară a cavităților;

- în locurile unde există pericolul formării unor pungi de aer, se vor executa orificii pentru evacuarea aerului, iar după umplere orificiile se vor obtura;

- operația de umplere a cavităților se consideră terminată cînd prin canalul de umplere nu se mai poate introduce hidroplast, iar prin orificiile de evacuare a aerului hidroplastul curge în afară.

Dispozitivele cu hidroplast sînt recomandate îndeosebi pentru centrarea și fixarea pieselor cu pereți subțiri, deoarece contactul dintre mecanism și semifabricat are loc pe toată lungimea suprafețelor de orientare și fixare. În același timp, centrarea și fixarea realizate cu dispozitivele cu hidroplast este superioară mecanismelor descrise anterior.

Dispozitivele cu hidroplast se pot utiliza pentru toate genurile de prelucrări prin așchiere, însă se recomandă în special la prelucrări de semifinișare, pe strunguri și mașini de rectificat rotund, care impun precizii ridicate.

În figura 9.11 este reprezentată o mandrină cu hidroplast, acționată manual. Corpul 1 al mandrinei este prevăzut cu o flanșă, care servește la centrarea și fixarea mandrinei pe arborele principal al strungului. În corpul mandrinei este presată bușa cu pereți subțiri 3, prevăzută cu o cavitate în care este turnat hidroplastul 2. Presiunea de lucru este realizată cu ajutorul șurubului 5 și a plunjerului 4. Șurubul 6 închide orificiul prin care se evacuează aerul în timpul umplerii mandrinei cu hidroplast, iar șuruburile 7 (în număr de 3, dispuse la 120°) asigură îmbinarea bușei cu pereți subțiri în corpul 1.

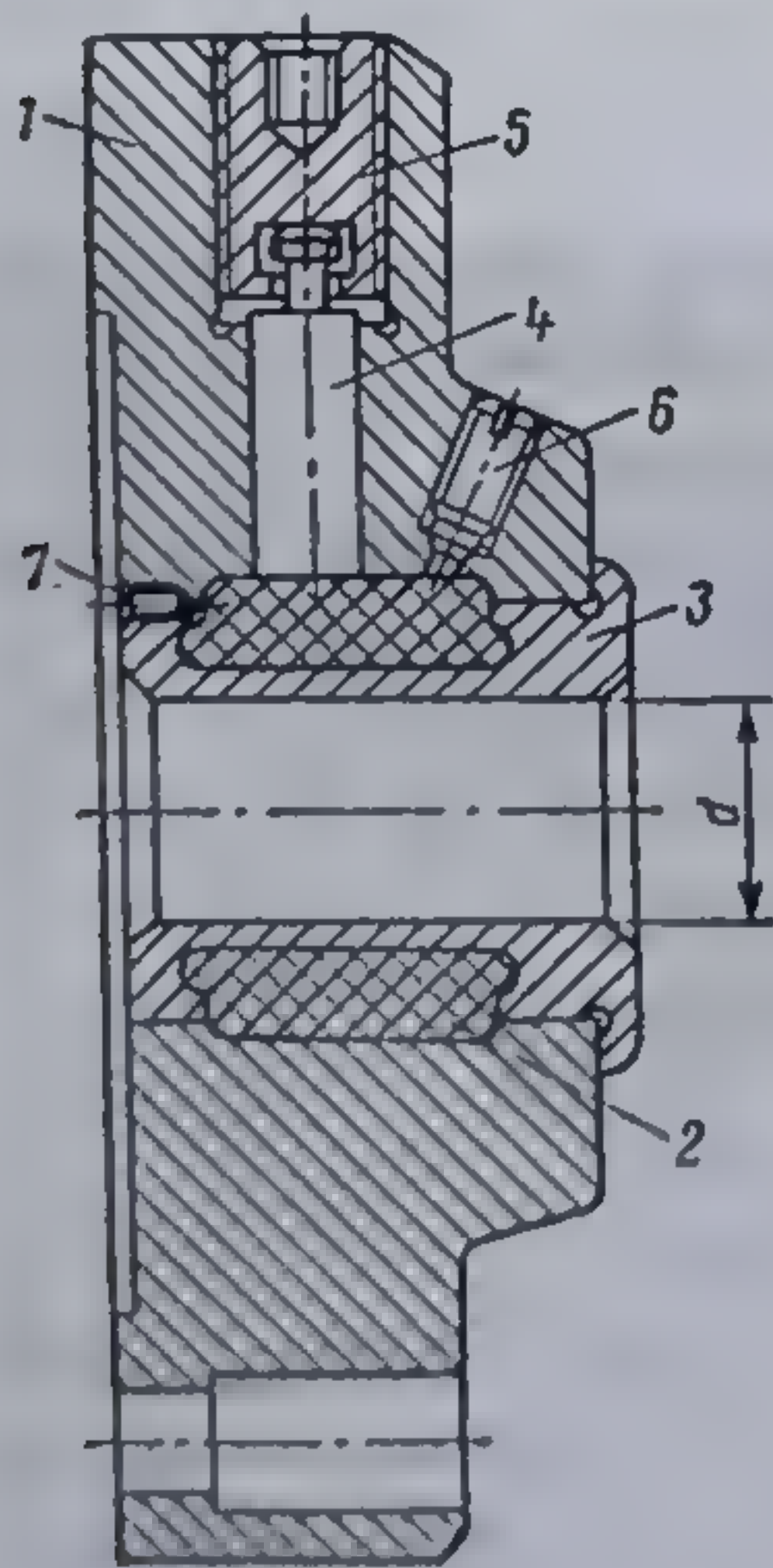


Fig. 9.11. Mandrină cu hidroplast acționată manual.

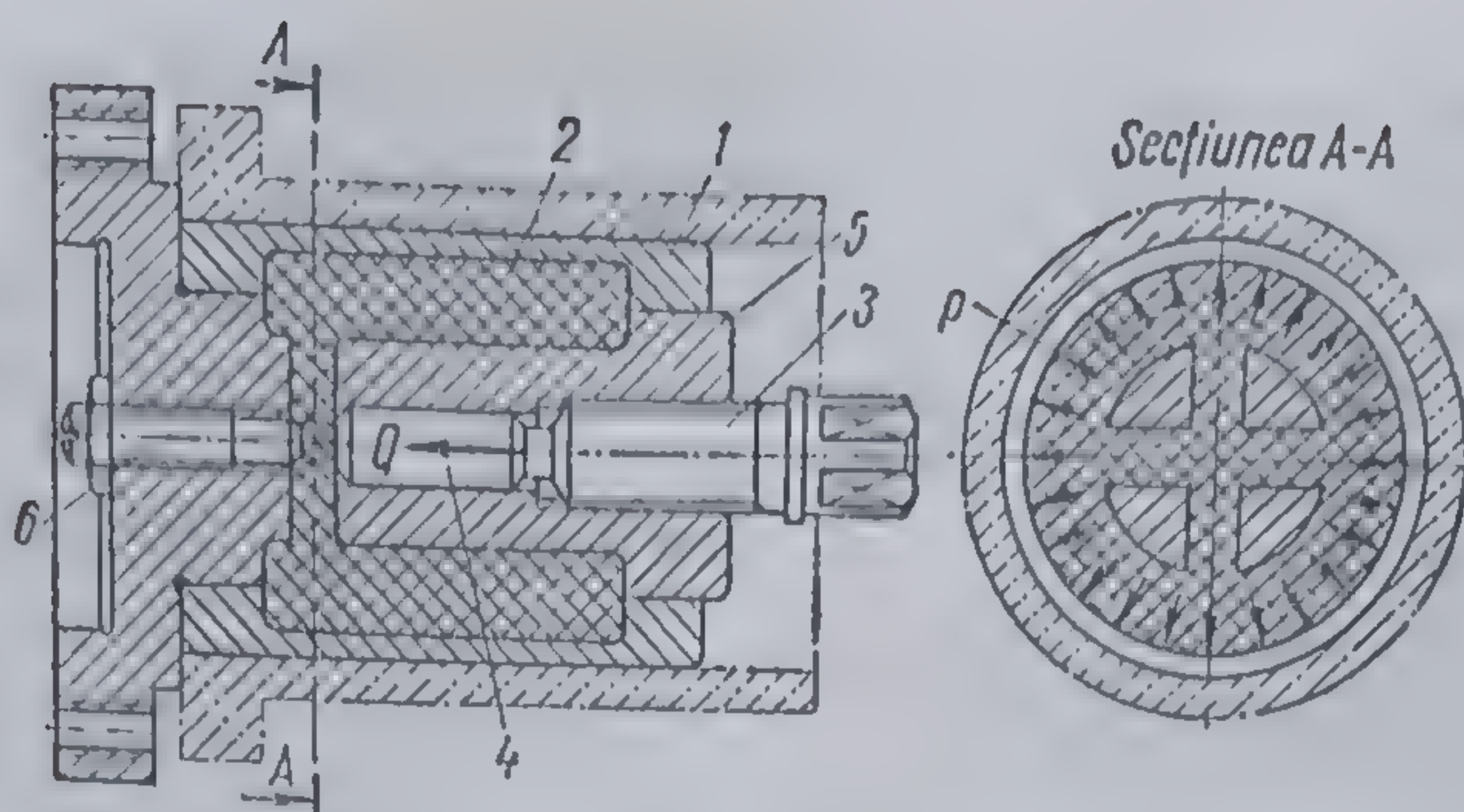


Fig. 9.12. Mecanism autocentrant cu hidroplast.

În mod normal, strângerea rezultată din presarea bușelor în corpul dispozitivelor asigură transmiterea momentului de răsucire numai în cazul regimurilor de așchiere mici. În cazul regimurilor de așchiere mijlocii și mari, bușele trebuie fixate în corpul dispozitivului cu ajutorul unor șuruburi.

La centrarea și fixarea semifabricatelor pe suprafețe cilindrice interioare se folosește mecanismul din figura 9.12. Bucșa 1, sub acțiunea presiunii hidroplastului din cavitatea 2, este deformată uniform în direcția radială, șurubul 3 și plunjerul 4 servesc la dezvoltarea presiunii, iar șurubul 6 limitează cursa plunjerului, în scopul menținerii deformațiilor bușei cu pereți subțiri în domeniul elastic.

În afara dispozitivelor cu hidroplast, se mai execută și dispozitive cu hidroplast cu plunjere, care sînt folosite la fixarea și centrarea pe interior a pieselor, în vederea prelucrării. Dispozitivul cu hidroplast cu bușă elastică poate fixa piese cu diametre sensibil egale, în timp ce dispozitivele cu hidroplast cu plunjere permit o variație în limite mai largi ale diametrului.

6. MECANISME DE INDEXARE

În scopul realizării operației de divizare circulară sau liniară, se folosesc mecanismele de indexare (fig. 9.13). Aceste mecanisme fixează piesa în poziția de prelucrare.

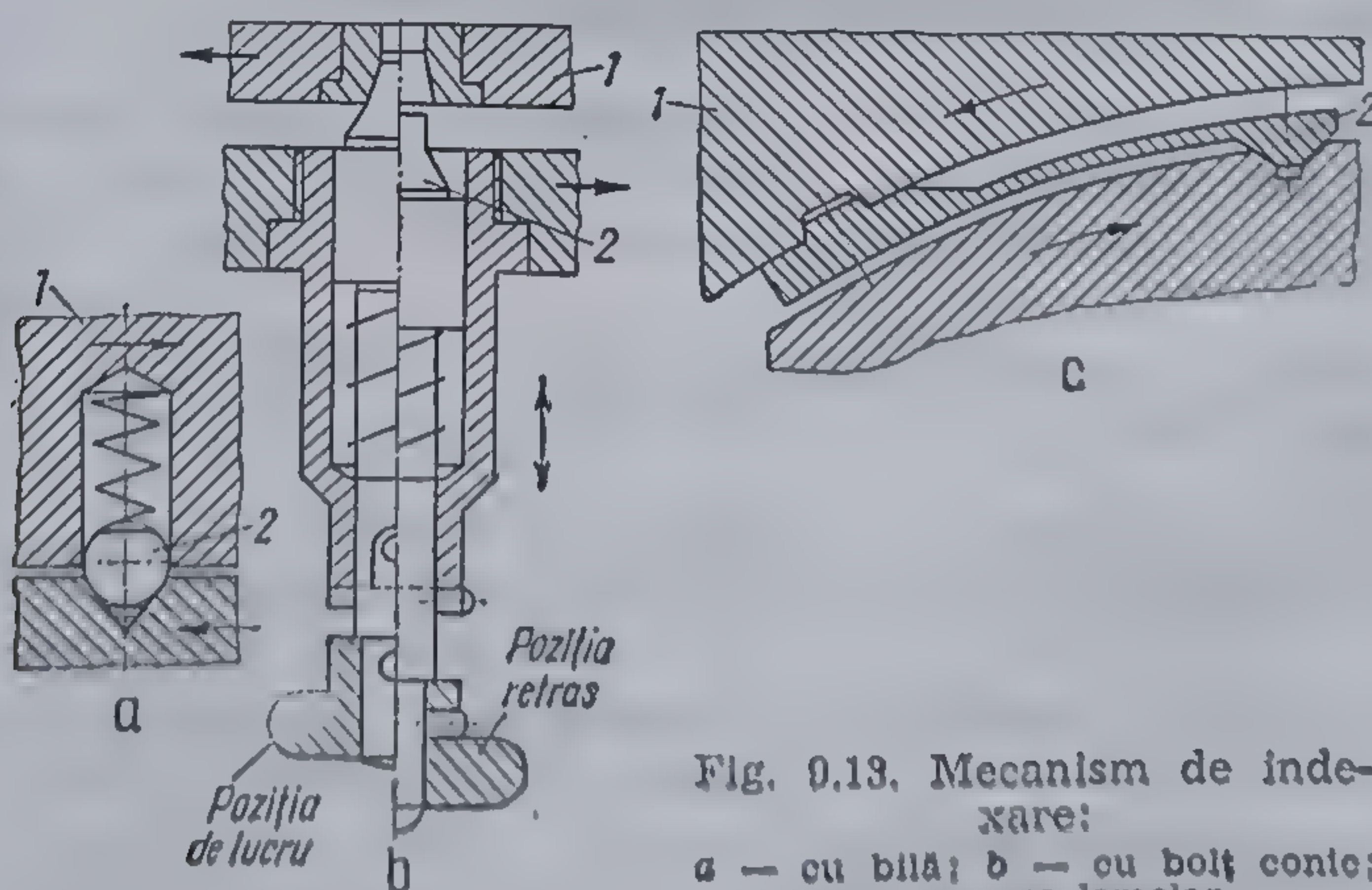


Fig. 9.13. Mecanism de indexare:
a — cu bilă; b — cu bolt contic;
c — cu arc lamelar.

După sistemul de manevrare și după poziția necesară divizării, mecanismele de indexare sînt: cu bilă (fig. 9.13, a), cu bolț cu cap cilindric sau conic (fig. 9.13, b) și cu arc lamelar (fig. 9.13, c).

Indexarea se realizează prin rotirea cu mîna a părții turnate 1 a dispozitivului pînă cînd bila, bolțul conic sau proeminența arcului lamelar (poz. 2) pătrund în locașurile următoare.

Dintre aceste mecanisme, cele care asigură o indexare mai precisă este cel cu vîrf conic.

VERIFICAREA CUNOȘTINȚELOR

1. Care este domeniul de utilizare a mecanismelor de centrare și fixare cu prisme?
2. Să se arate destinația, soluțiile constructive și principiul de lucru al mecanismelor de centrare și fixare cu pene și plunjere.
3. Să se precizeze particularitățile bușelor elastice și ale mecanismelor cu bușe elastice, domeniul de utilizare și avantajele care decurg prin folosirea acestora.
4. Să se arate ce este hidroplastul, caracteristicile acestuia și destinația dispozitivelor cu hidroplast.

ACȚIONAREA PNEUMATICĂ A DISPOZITIVELOR

În scopul reducerii la minimum a timpilor ajutători necesari centrării și fixării pieselor se folosesc dispozitive acționate pneumatic. Utilizarea aerului comprimat la strângerea pieselor în dispozitive, deci la mecanizarea operațiilor de strângere, a permis reducerea timpilor ajutători de circa 10 ori față de timpii necesari prin folosirea mecanismelor cu acționare manuală.

Aceste dispozitive, datorită costului mai ridicat, sînt recomandate numai în cazul producției în serie mare și în masă.

1. AVANTAJELE ACȚIONĂRII PNEUMATICE

Pe lângă reducerea timpului ajutător, strîngerile pneumatice mai prezintă și avantajele:

- reducerea efortului fizic depus de muncitori în procesul strîngerii-desfacerii semifabricatelor;
- se efectuează o strîngere rapidă a pieselor;
- în timpul prelucrării forța de strîngere este constantă, putînd fi permanent controlată;
- determinarea cu suficientă precizie a valorii forțelor de strîngere și menținerea constantă a acestora creează condiții și pentru prelucrarea semifabricatelor cu pereți subțiri ușori deformabili, fără pericolul distrugerii lor în timpul strîngerii;
- indiferent dacă are loc strîngerea unui semifabricat în mai multe puncte sau strîngerea mai multor semifabricate în același dispozitiv, strîngerea poate fi simultană, iar comanda unică și plasată cît mai comod pentru muncitor;
- motoarele și aparatele care compun acționările pneumatice sînt în general de construcție normalizată, ceea ce conduce la reducerea costului;
- la temperaturi scăzute ale mediului înconjurător, aerul comprimat nu îngheață în conducte, iar după efectuarea lucrului mecanic nu necesită instalații speciale de evacuare.

În vederea asigurării unei exploatare raționale a instalațiilor pneumatice se impun unele măsuri, și anume:

- să se mențină în rețeaua de aer comprimat o presiune de lucru de 4—5 bari. În acest scop se interzice racordarea de consumatori mari la

rețeaua care alimentează dispozitivele (camere de sablaaj, instalații de curățire etc.) și toate îmbinările fixe și mobile vor fi etanșate în mod corespunzător;

— să se dirijeze în instalațiile pneumatice aer pneumatic uscat și purificat, deoarece în caz contrar se produce oxidarea și infundarea aparaturii și a motoarelor pneumatice;

— să se asigure aerului comprimat proprietăți lubrifiante în vederea ungerii tuturor suprafețelor mobile în contact, întrucât funcționarea normală și durata în exploatare a instalațiilor pneumatice depind de calitatea ungerii.

2. SCHEMA GENERALĂ A INSTALAȚIILOR PNEUMATICE ȘI APARATURA FOLOSITĂ

Între stațiile de compresoare și locurile de lucru se găsește un acumulator și o rețea de conducte pentru transportul aerului comprimat. La fiecare mașină-unealtă pe care lucrează dispozitive pneumatice sînt necesare aparate pentru pregătirea aerului, reglarea și controlul presiunii, siguranța lucrului, comanda dispozitivului și motoare pentru transformarea energiei aerului comprimat în lucru util.

În figura 10.1 este reprezentată schema generală a unei instalații pneumatice folosită la acționarea dispozitivelor fixe. De la stația de compresoare aerul este dirijat în acumulator, care servește la alimentarea neîntreruptă a tuturor motoarelor pneumatice racordate la rețeaua principală și pentru a se micșora variațiile de presiune. La rețeaua principală se racordează instalațiile de la diferitele posturi de lucru (mașini-unelte), prin intermediul *robinetelor de trecere*, care servesc la deconectarea instalațiilor în perioadele afectate reparațiilor capitale sau periodice ale mașinilor-unelte și ale dispozitivelor.

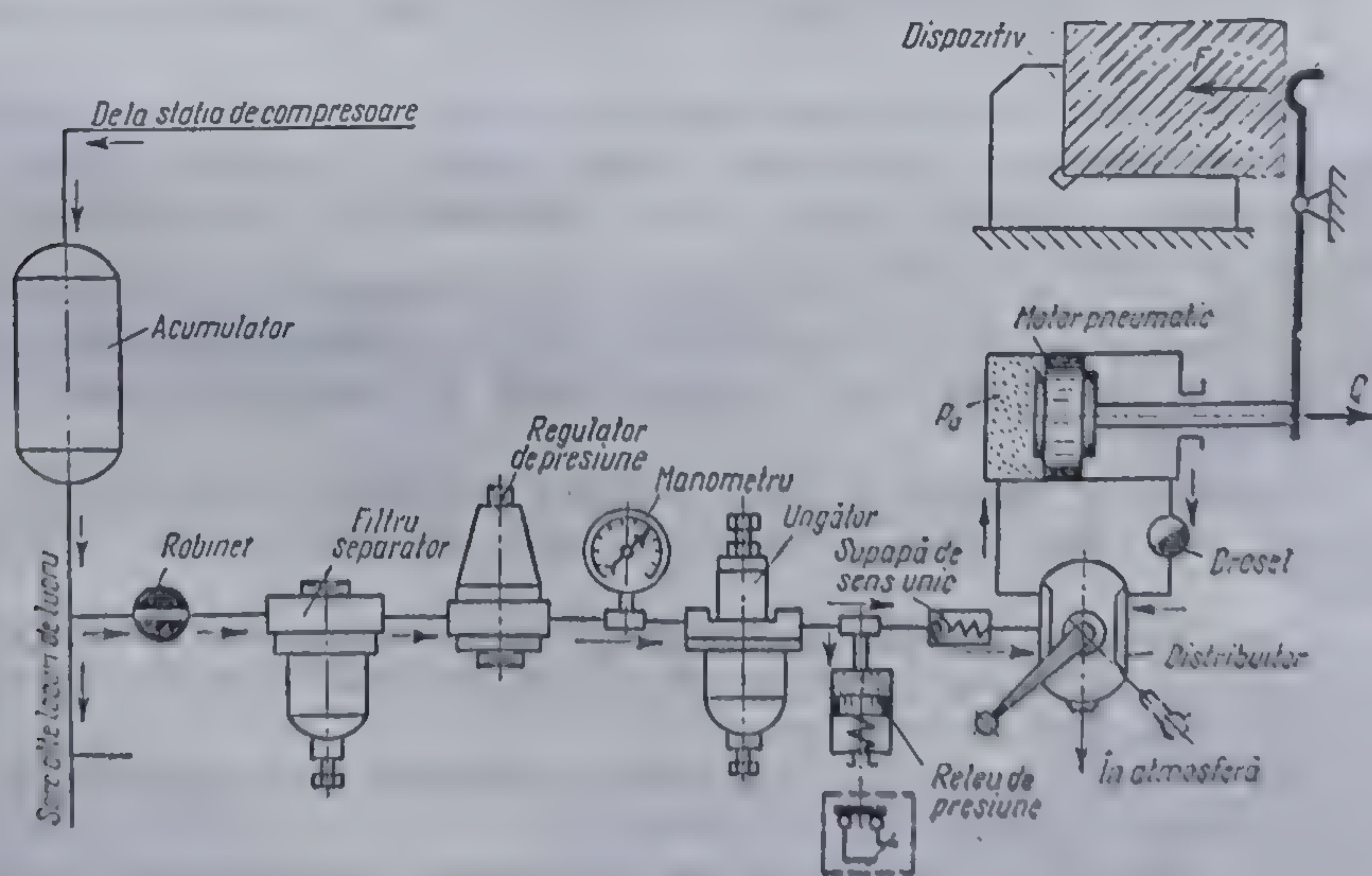


Fig. 10.1. Schema instalației pneumatice pentru acționarea dispozitivelor fixe.

Deoarece în instalații trebuie furnizat aer uscat și purificat, se conectează *filtrul separator*, în care sînt condensați vapori de apă și de acizi.

Funcționarea filtrului separator rezultă din figura 10.2, din care se observă că aerul de la rețea intră în corpul 1.

De la rețea, aerul intră în corpul 1 prin orificiul *a* cu secțiune mică în paharul 2. Prin trecerea aerului comprimat de la o secțiune mică într-o cavitate cu secțiune mare se produce destinderea și răcirea aerului, iar în timpul răcirii, vaporii de apă și de acizi se condensează și se depun în partea inferioară a paharului. Lichidul colectat este evacuat prin supapa 4. Spre instalație aerul circulă prin sita 3, în care sînt reținute impuritățile care nu s-au decantat în timpul destinderii aerului. Presiunea nominală de lucru se stabilește la o valoare constantă cu ajutorul *regulatorului de presiune* și se controlează cu *manometrul*. *Unghătorul* asigură proprietăți lubrifiante aerului comprimat. Regulatorii sînt de două feluri: cu piston și cu membrană. În figura 10.3 este reprezentat principiul de funcționare al regulatorului cu piston. La o creștere a presiunii în rețea, aceasta se transmite și în corpul 1 al regulatorului, sub pistonul 4. Forța creată de presiune comprimă arcul 2, pistonul 4 cu supapa 5 se ridică și micșorează secțiunea de scurgere a aerului comprimat. Șurubul 3 servește la reglarea presiunii prin intermediul arcului 2. Dacă se produce o scădere de presiune în rețea, arcul 2 învinge forța creată de presiune și deplasează în jos pistonul cu supapa.

Principiul de funcționare al regulatorului cu membrană este identic cu cel al regulatorilor cu piston.

În scopul prevenirii avariilor și accidentelor cauzate de căderile mari de presiune în rețea sau a întreruperii alimentării cu aer a instalațiilor, se folosește *releul de presiune*. Acesta este astfel reglat încît întrerupe circuitul de alimentare a motorului mașinii-unelte în momentul în care presiunea din rețea scade sub valoarea presiunii minime de lucru.

În figura 10.4 este reprezentată schema funcțională a releului de presiune. Sub acțiunea presiunii aerului comprimat de la rețea, arcul 2 este

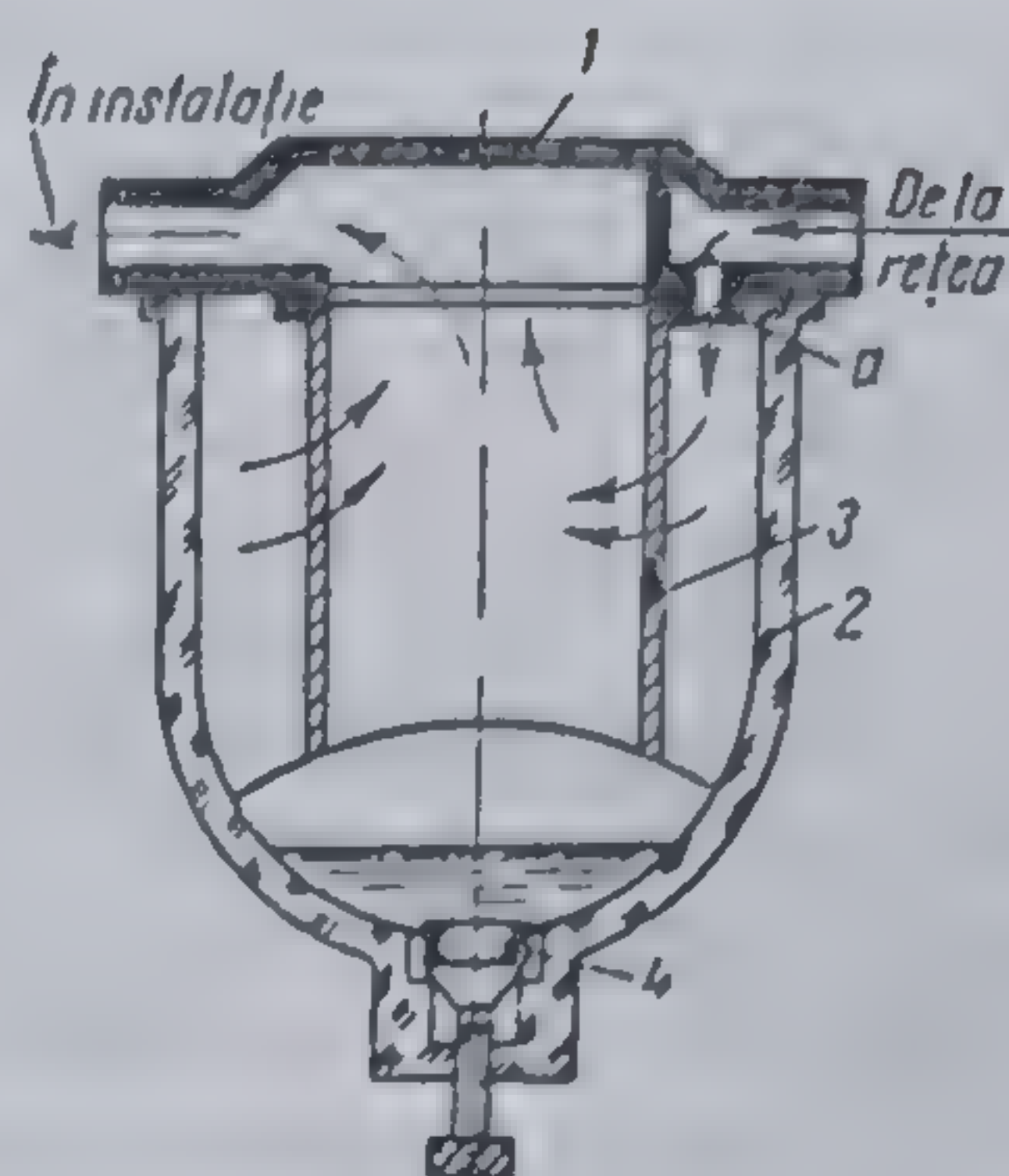


Fig. 10.2. Schema funcțională a unui filtru separator.

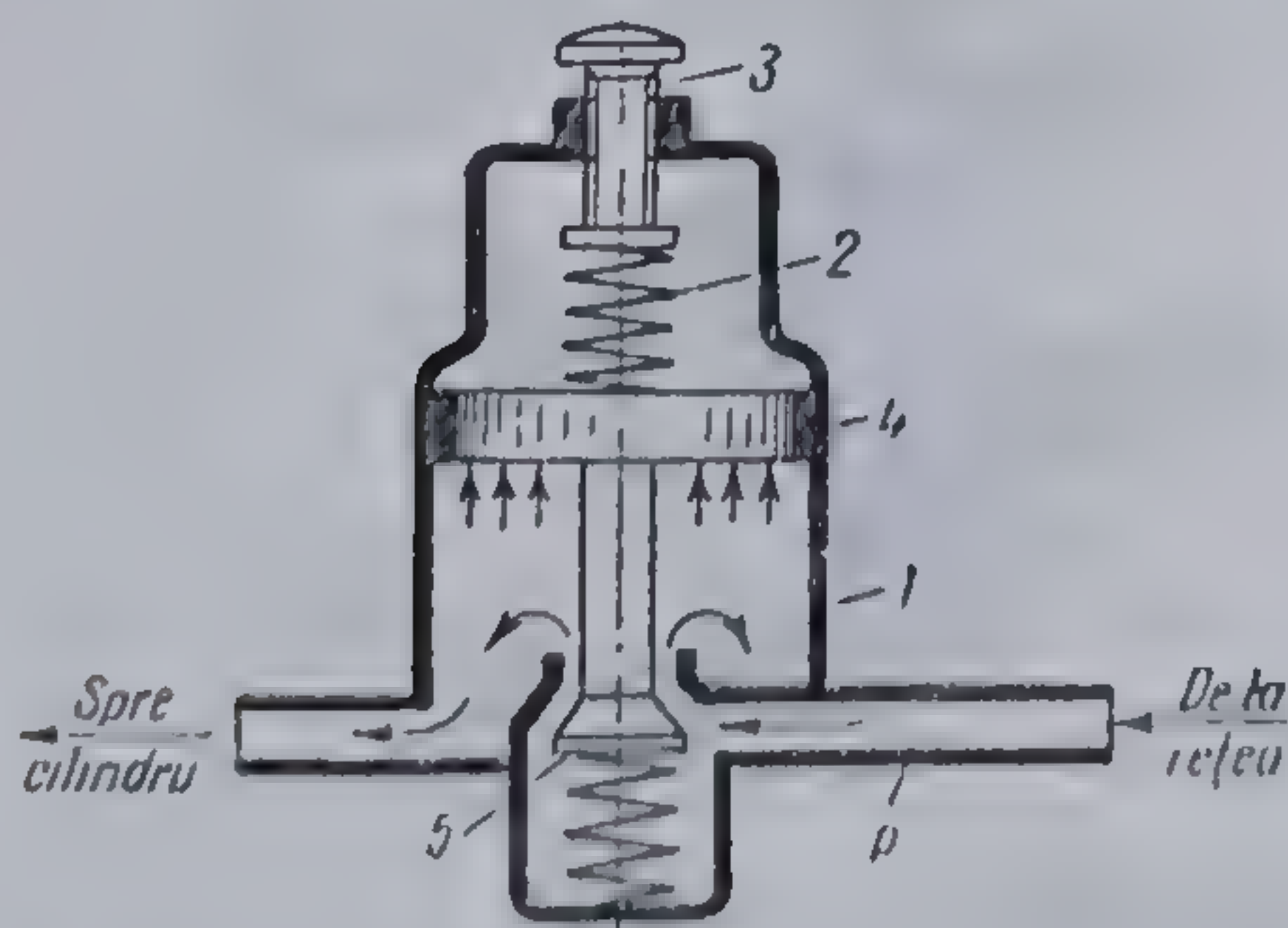


Fig. 10.3. Schema funcțională a regulatorului de presiune.

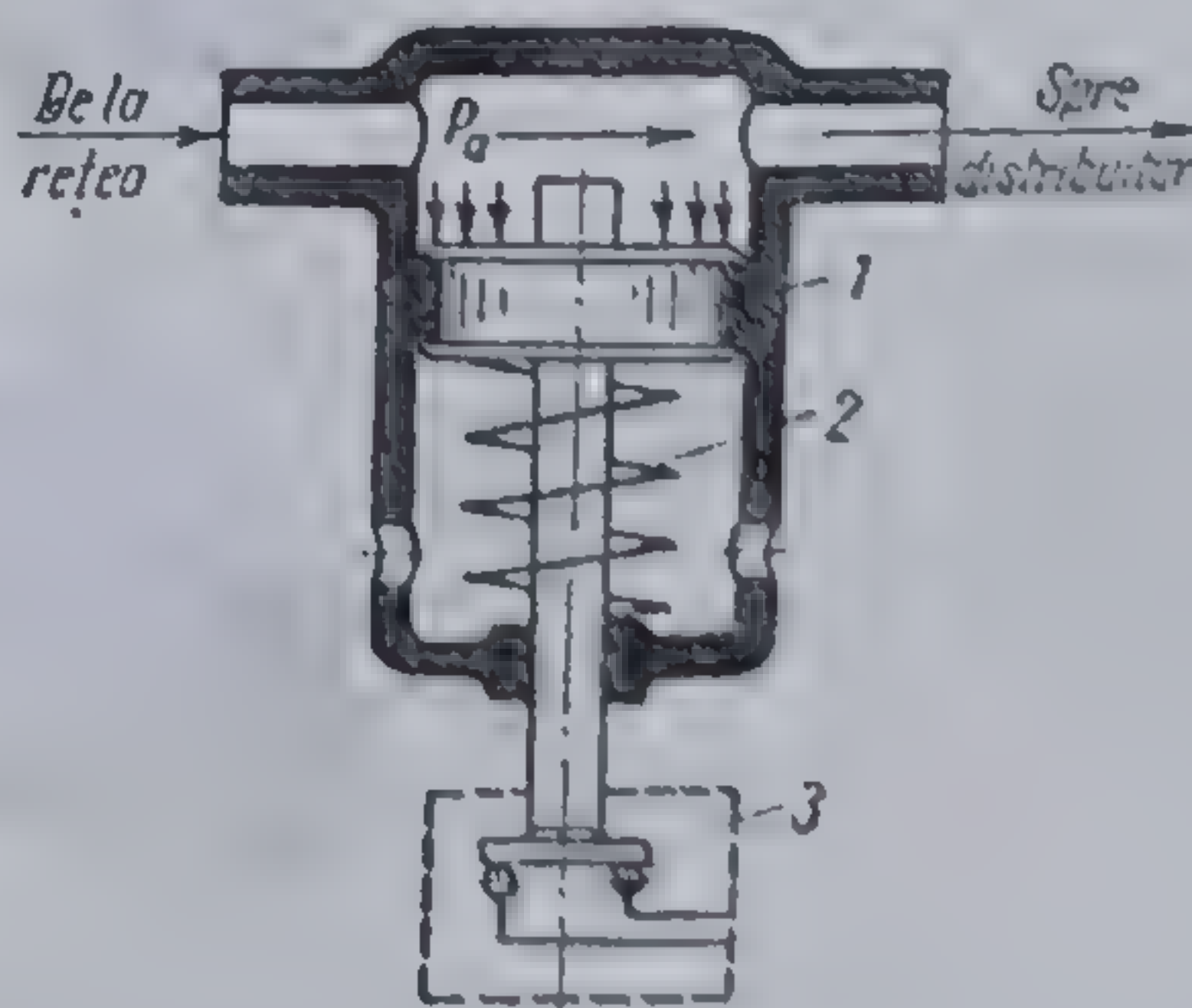


Fig. 10.4. Schema funcțională a unui releu de presiune.

comprimat și capătul tijei pistonului 1 ține închis circuitul electric 3 de alimentare al motorului de antrenare al mașinii-unelte. Dacă presiunea din rețea scade sub valoarea presiunii de lucru, arcu 2 se destinde și tija pistonului întrerupe circuitul electric 3, oprind automat mașina-unelte.

Supapa de sens unic lasă aerul să circule de la rețea spre motorul pneumatic. Când se produce o cădere mare de presiune în rețea sau se întrerupe alimentarea cu aer, supapa menține presiunea în cilindrul motor pînă la oprirea completă a mașinii-unelte. În acest fel este prevenit pericolul desprinderii semifabricatului din dispozitiv și se asigură securitatea muncitorului și a mașinii.

Comanda strîngerii-desfacerii semifabricatelor este realizată cu *distribuitorul* care permite dirijarea succesivă a aerului comprimat în cavitățile de lucru ale motorului pneumatic. Pentru reglarea vitezei de deplasare a pistonului și pentru atenuarea șocului, la capetele de cursă ale acestuia, între motor și distribuitor se conectează *droselul*.

În figura 10.5, *a* este reprezentată schema funcțională a unui distribuitor folosit la motoarele cu simplă acțiune. Prin rotirea cepului prevăzut cu două orificii se realizează legătura între rețeaua de aer și cilindrul motorului pneumatic sau cu cilindrul motor și atmosfera. Schema funcțională a distribuitorilor pentru motoare cu dublă acțiune rezultă din figura 10.5, *b*. Distribuitorii pot fi acționați manual, mecanic, electric etc.

Motorul pneumatic transformă energia aerului comprimat în lucru mecanic util, pentru a dezvolta forțele necesare strîngerii și desfacerii semifabricatului din dispozitiv.

Presiunea aerului comprimat se poate exercita pe suprafața unor pistoane sau pe suprafața unor membrane elastice care sînt fixate printr-un sistem oarecare cu tijele motoarelor.

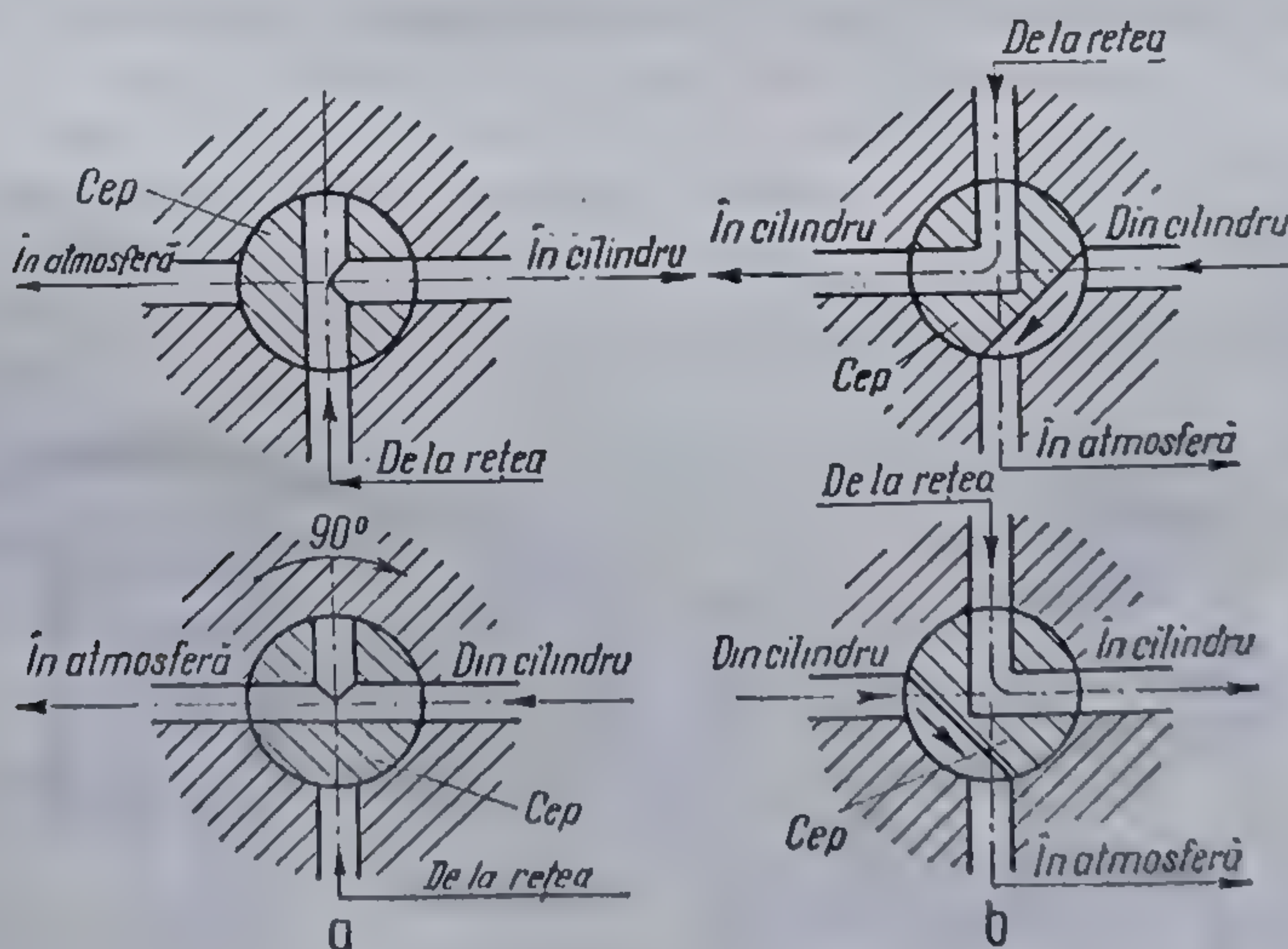


Fig. 10.5. Distribuitor:

a — schema funcțională a distribuitorilor pentru motoare cu simplă acțiune; *b* — schema funcțională a distribuitorilor pentru motoare cu dublă acțiune.

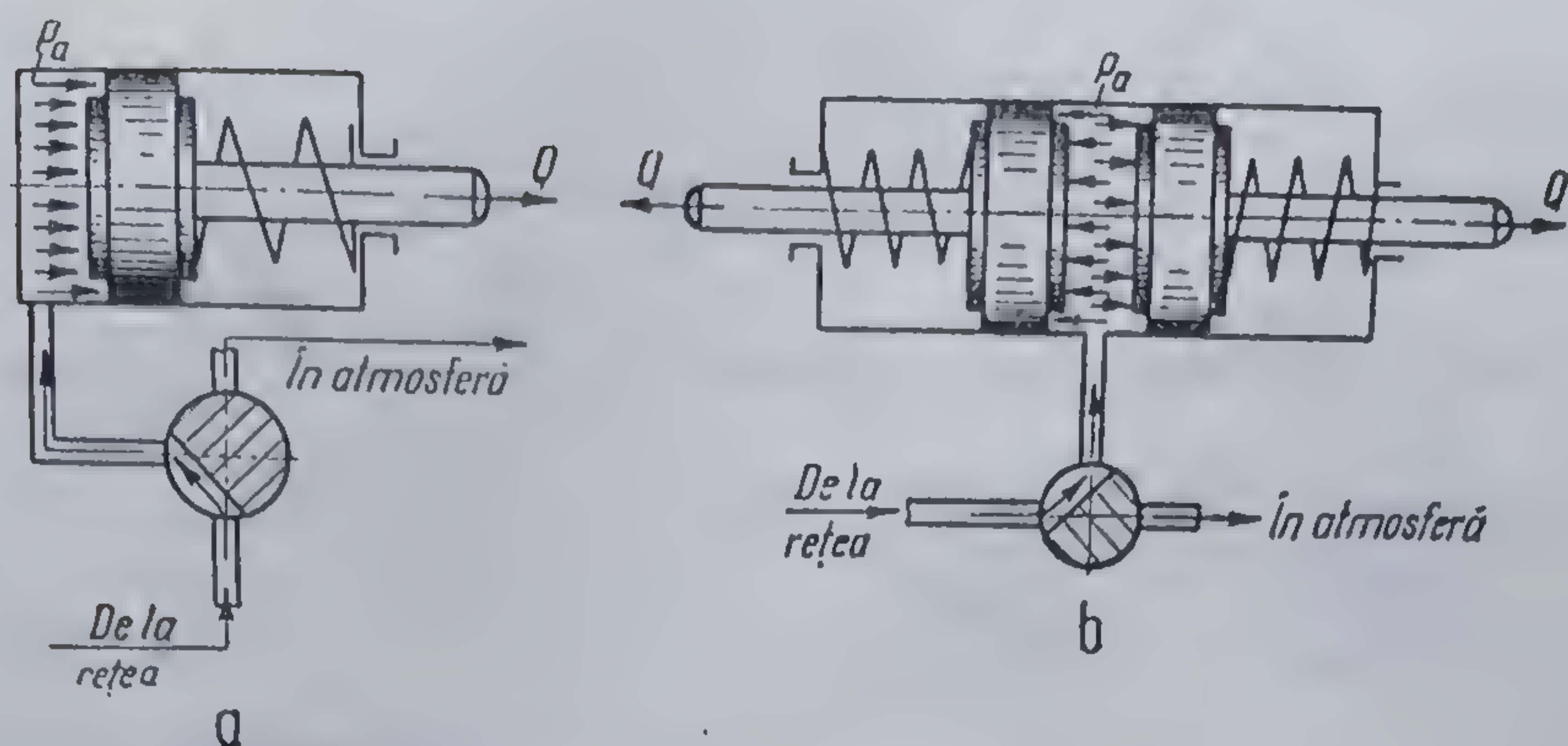


Fig. 10.6. Scheme funcționale ale motoarelor pneumatice cu piston cu simplă acțiune:

a — cu un singur piston; b — cu două pistoane.

Cînd aerul este folosit numai pentru un singur sens de mișcare, motoarele se numesc *cu simplă acțiune*, iar dacă energia aerului comprimat este folosită pentru deplasarea în ambele sensuri, motoarele sînt *cu acțiune dublă*.

a. Motoare pneumatice cu piston

Motoarele cu piston folosite curent în construcția dispozitivelor pneumatice pot dezvolta forțe de strîngere și curse de lucru suficient de mari. Ele pot fi cu simplă sau dublă acțiune, atît pentru acționarea dispozitivelor fixe (rabotat, frezat, găurit), cît și pentru cele aflate în mișcarea de rotație.

Motoarele cu simplă acțiune (fig. 10.6) au în general cursele limitate, iar forțele de strîngere scad cu creșterea cursei. La aceste motoare, tije se retrag cu ajutorul unor elemente elastice. Ele pot fi cu unul sau cu două pistoane.

Motoarele cu piston cu dublă acțiune (fig. 10.7) se construiesc pentru curse de lucru oricît de mari, deoarece energia aerului comprimat este

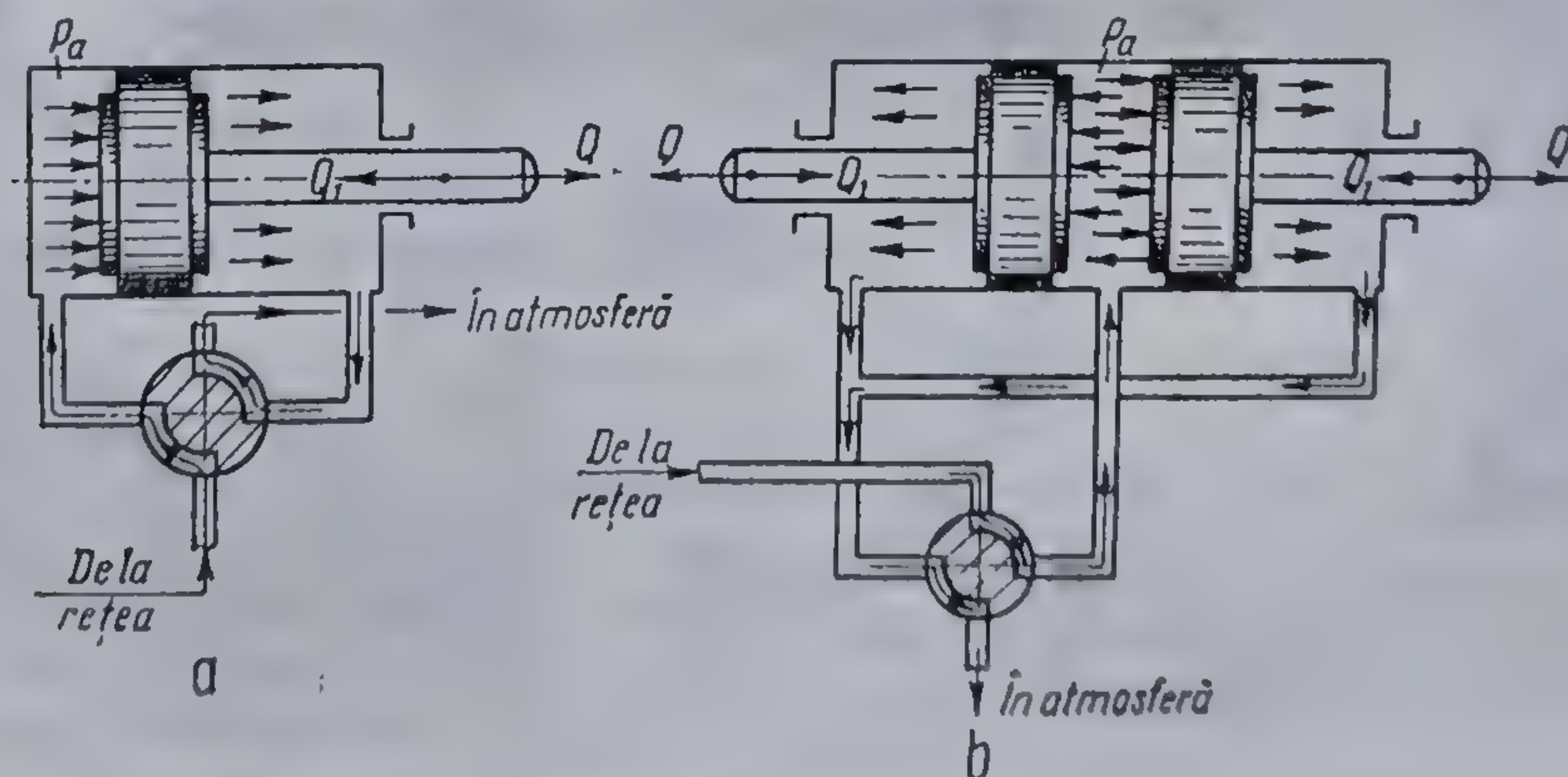


Fig. 10.7. Schemele funcționale ale motoarelor pneumatice cu piston cu dublă acțiune:

a — cu un singur piston; b — cu două pistoane.

folosită pentru deplasarea pistonului în ambele sensuri. Lipsa elementelor elastice face ca forța de strângere să fie practic constantă pe toată lungimea cursei.

b. Motoare pneumatice cu membrană

Motoarele pneumatice cu membrană sînt constituite în general din două carcase turnate, de forma unor talere conice, care închid între ele o membrană elastică din cauciuc, rezistent la ulei, cu inserții de pînă. Forța de strîngere-desfacere din tija motoarelor, se datorește presiunii aerului comprimat, care apasă suprafața membranei.

Motoarele cu membrană se construiesc cu simplă acțiune (fig. 10.8, a) și cu dublă acțiune (fig. 10.8, b).

Față de motoarele cu piston, acestea prezintă avantajele:

- sînt mai ușoare, mai simple și mai ieftine;
- membrana obturează complet cavitățile de lucru ale motorului și nu mai necesită alte etanșări;
- au o sensibilitate mare întrucît masele în mișcare sînt mici, iar frecarea are loc numai între tije și carcasă;
- durata de exploatare este mai mare, deoarece s-a constatat că în condițiile unei exploatare normale membranele pot rezista la un număr de $6 \cdot 10^6$ cicluri, în timp ce uzura garniturilor de etanșare a pistoanelor apare numai după $1,5 \cdot 10^5$ curse duble.

Ca neajunsuri se menționează că forțele de strîngere-desfacere nu sînt constante, iar cursele de lucru sînt mici.

3. ETANȘAREA

Funcționarea normală a motoarelor și aparatelor din instalațiile pneumatice necesită o etanșare corespunzătoare a tuturor îmbinărilor și în-deosebi a celor mobile. Îmbinările fixe se pot etanșa în mod corespunzător cu garnituri inelare

din clingherit sau din cauciuc care se presează între elementele îmbinării.

Îmbinările mobile de dimensiuni relativ mici (pistonașe, sertărașe, robinete etc.) se etanșează prin rodare și prin executarea unor canale circulare pentru turbionarea scăpărilor de aer. Aceste canale au lățimea de 0,3—0,5 mm și adîncimea de 0,5—1 mm. Ele sînt dispuse la 4—5 mm unul față de altul.

La restul îmbinărilor mobile (pistoane, tije,

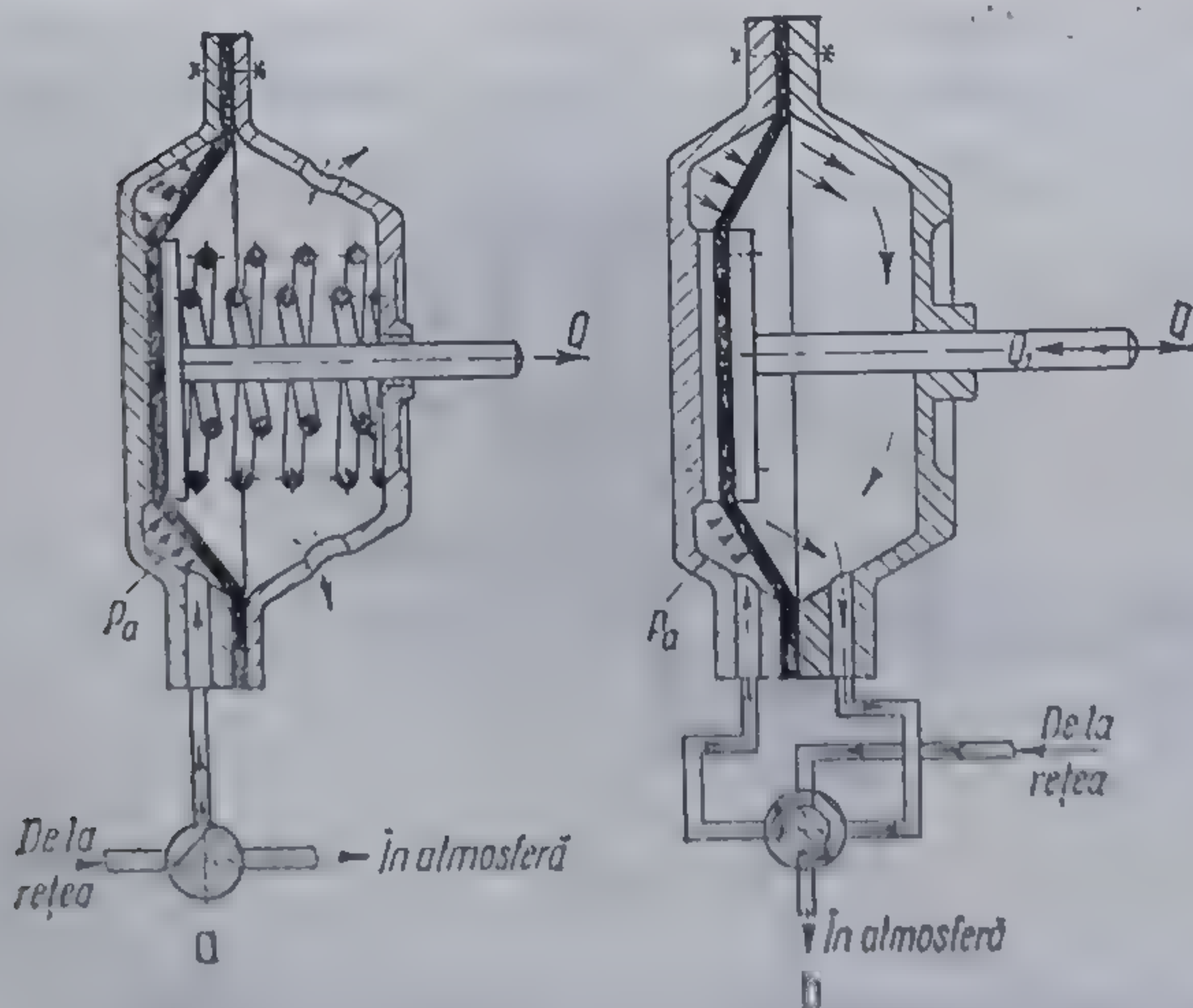


Fig. 10.8. Schemele funcționale ale motoarelor pneumatice cu membrană.

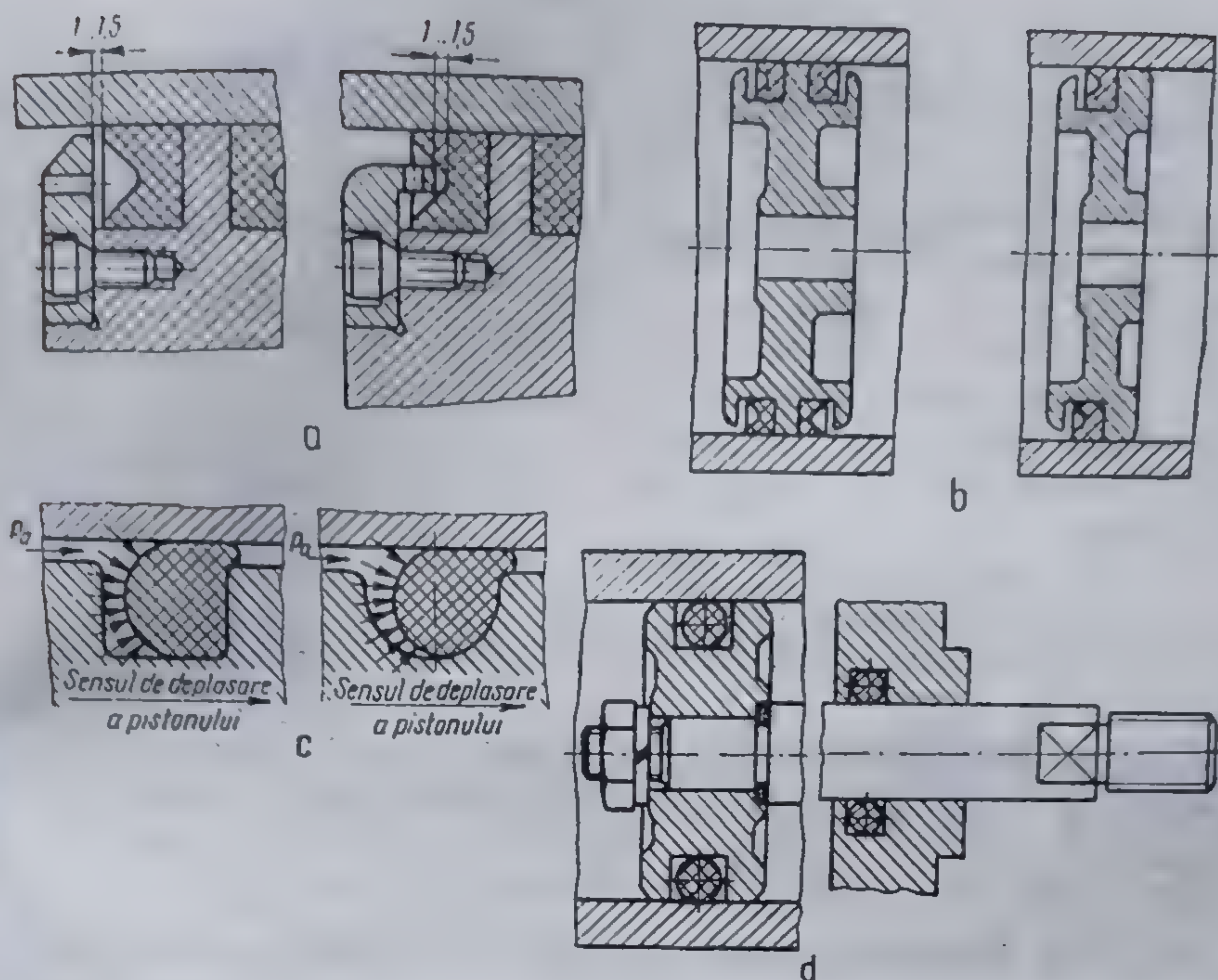


Fig. 10.9. Etanșarea pistoanelor și tijelor:

- a — reținerea garniturilor de către piston cu ajutorul unor cleme; b — reținerea garniturilor de către umerii pistonului; c — deformarea garniturilor în timpul lucrului; d — etanșări cu garnituri cu acțiune circulară.

manșoane de alimentare etc.) se folosesc garnituri cu autoetanșare, care trebuie să îndeplinească condițiile:

- să obtureze perfect trecerea aerului la oricare regim de lucru;
- să aibă o rezistență ridicată la uzură, la acționarea agenților chimici și la variații de temperatură;
- să fie ușor de asamblat.

Acestor cerințe răspunde cauciucul sintetic rezistent la ulei. În figura 10.9 se dau exemple de etanșare a pistoanelor și tijelor cu garnituri în V și circulare.

4. CONDUCE ȘI ARMĂTURI

Transportul aerului comprimat de la stația de compresoare la rețeaua centrală necesită o serie de conducte și armături.

Construcția armăturilor fiind normalizată, impune folosirea unor conducte cu anumite dimensiuni care să permită trecerea unui debit corespunzător de aer și care să poată atașa comod pe nipluri, racorduri, coturi etc. Pentru dispozitivele deplasabile se folosesc tuburi de cauciuc cu inserție de pânză, având în mod obișnuit diametrul interior de 8,10 sau 16 mm.

În figura 10.10 sînt reprezentate două metode de îmbinare a conductelor flexibile pe racorduri de capăt, cu ajutorul cărora se assemblează conductele cu aparatele și motoarele pneumatice.

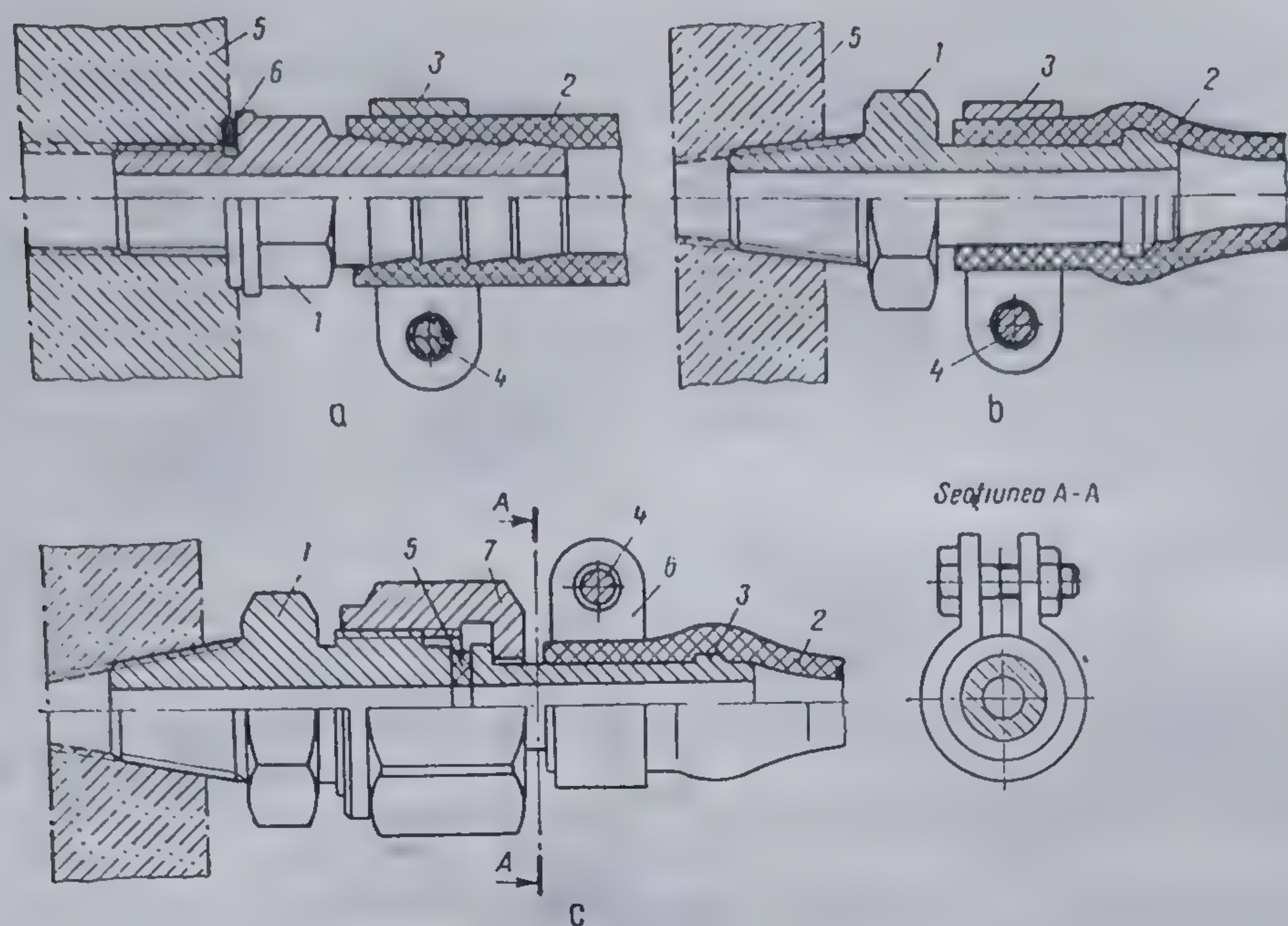


Fig. 10.10. Îmbinarea conductelor flexibile cu motoarele și aparatura pneumatică.

În cazul în care racordul de capăt (fig. 10.10, a) este prevăzut cu filet cilindric, între corpul 5 și racord se introduce o garnitură de etanșare 6. Dacă racordul are filet conic (fig. 10.10, b) nu mai este necesară garnitura, deoarece îmbinarea la filet conic asigură o bună etanșare.

La primul caz, conducta flexibilă 2 se introduce forțat pe capătul racordului, prevăzut cu nervuri sau praguri, fiind reținută cu colierele 3 strânse cu șuruburile 4.

Întrucât îmbinările cu filet conic nu rezistă practic decât la trei, patru strângeri și desfaceri, iar conductele flexibile la opt, zece introduceri și scoateri de pe capetele racordurilor, în cazurile în care se cer îmbinări repetate ale conductelor flexibile, se recomandă să se folosească îmbinări cu nipluri intermediare și cu piulițe olandeze 7 (fig. 10.10, c). Conducta flexibilă 2 se fixează pe capătul niplului 3 cu colierul 6 strâns cu șurubul 4, iar piulița olandeză 7, înșurubată pe racordul 1, presează garnitura de etanșare 5 între niplu și racord. În acest fel nu mai este necesară detașarea racordului din corpul aparatului și nici a conductei de pe niplu.

5. MĂSURI DE TEHNICĂ A SECURITĂȚII MUNCII LA ACȚIONAREA PNEUMATICĂ A DISPOZITIVELOR

La deservirea dispozitivelor acționate pneumatic trebuie avute în vedere următoarele:

— cuplarea și decuplarea furtunurilor la rețeaua de aer și a dispozitivelor acționate pneumatic la furtun trebuie să se facă numai când robinetul de la rețea este în poziția închis;

— furtunurile de aer trebuie amplasate la nivelul solului sau pardoseli hălei, astfel ca să nu împiedice circulația personalului muncitor;

— la părăsirea locului de muncă, aparatele pneumatice se vor deconecta de la rețea;

— în timpul deschiderii robinetelor sau a montării furtunurilor nu se va sta cu capul sau fața deasupra robinetului;

— manipularea vanelor de la instalația de aer comprimat se va face numai de personalul care are în primire instalația. De asemenea, dispozitivele de siguranță și aparatele de măsurat și control cu care este echipată instalația trebuie să fie în stare bună de funcționare pentru a permite exploatarea instalației în condiții de securitate a muncii.

Personalul de deservire și de exploatare a instalațiilor mecanice sub presiune trebuie să aibă pregătirea corespunzătoare și să fie instruit în acest scop.

VERIFICAREA CUNOȘTINȚELOR

1. Să se arate avantajele acționării pneumatice față de acționarea manuală și măsurile impuse în vederea unei exploatare raționale a instalațiilor pneumatice.
2. Să se arate componența unei instalații pneumatice indicându-se rolul funcțional al fiecărui element în parte.
3. Câte tipuri de motoare pneumatice se cunosc și care este principiul de funcționare al lor?
4. Să se precizeze condițiile impuse garniturilor de etanșare și să se arate modul în care se realizează etanșarea îmbinărilor mobile.

CAPITOLUL 11

ACȚIONAREA HIDRAULICĂ A DISPOZITIVELOR

În cazurile în care fixarea semifabricatelor necesită forțe mari, acționarea pneumatică nu mai este rațională, deoarece presiunea scăzută a aerului comprimat necesită construcții de dispozitive cu motoare cu gabarite mari sau mecanisme intermediare pentru amplificarea forțelor. Din această cauză se complică construcția dispozitivelor, cresc dimensiunile de gabarit și apar greutatea legate de transportul, exploatarea și depozitarea lor.

Aceste neajunsuri pot fi eliminate prin utilizarea dispozitivelor acționate hidraulic.

1. AVANTAJE ȘI DEZAVANTAJE ALE ACȚIONĂRII HIDRAULICE

Acționarea hidraulică individuală sau de grup prezintă următoarele avantaje:

- realizează presiuni de lucru ridicate (20—100 bari);
- motoarele, fiind suficient de puternice, transmit forțele de strângere direct la mecanismele de fixare ale dispozitivelor și exclud folosirea mecanismelor intermediare. Astfel se simplifică construcția și se reduc dimensiunile de gabarit ale dispozitivelor;
- permit strângerea simultană a unui semifabricat în mai multe puncte sau a mai multor semifabricate în același dispozitiv;
- uzura minimă și durata de exploatare mare, deoarece uleiul folosit ca agent unge din abundență părțile în mișcare ale dispozitivului.

Dezavantajul constă în costul ridicat al dispozitivelor, datorită preciziei execuției și a instalațiilor folosite, fapt pentru care se utilizează numai la producția în serie mare și în masă.

2. SISTEME ȘI SCHEME DE ACȚIONARE HIDRAULICĂ

În funcție de sursa de energie consumată pentru crearea presiunii de lucru din circuitele hidrostatice, se deosebesc următoarele tipuri de acționări:

- acționarea mecanohidraulică, care folosește energia musculară;

— acționarea pneumohidraulică, care folosește energia aerului comprimat;

— acționarea hidraulică, care folosește pompe hidraulice acționate electric.

a. Acționarea mecano-hidraulică

Dispozitivele acționate mecano-hidraulic se caracterizează prin aceea că deși folosesc cilindri hidraulici de lucru, alimentarea acestora nu necesită pompe de ulei sau presiunea aerului comprimat din rețea. Presiunea ridicată a uleiului (până la 100 bari) este realizată de un amplificator acționat manual.

Schema de principiu a acționării mecano-hidraulice este reprezentată în figura 11.1. Prin acționarea manuală a manivelei cu forța Q , în cilindrul 1 se va crea o presiune de ulei indicată de manometrul M care se transmite în cilindrul 2 realizând o forță de acționare F .

În figura 11.2 este reprezentat modul de fixare a dispozitivelor mecano-hidraulice. Motoarele se pot fixa pe corpul dispozitivelor prin intermediul unor suporturi prevăzute cu tălpi (fig. 11.2, a) sau cu tălpi tip colțar (fig. 11.2, b).

b. Acționarea pneumohidraulică

Acest tip de acționare se recomandă când în secțiile de prelucrări mecanice sînt instalate conducte de aer comprimat, iar strîngerea semifabricatelor necesită forțe mari.

Dispozitivele pneumohidraulice se pot utiliza în mod rațional la producția în serie, la fixarea semifabricatelor grele cu dimensiuni mari, care

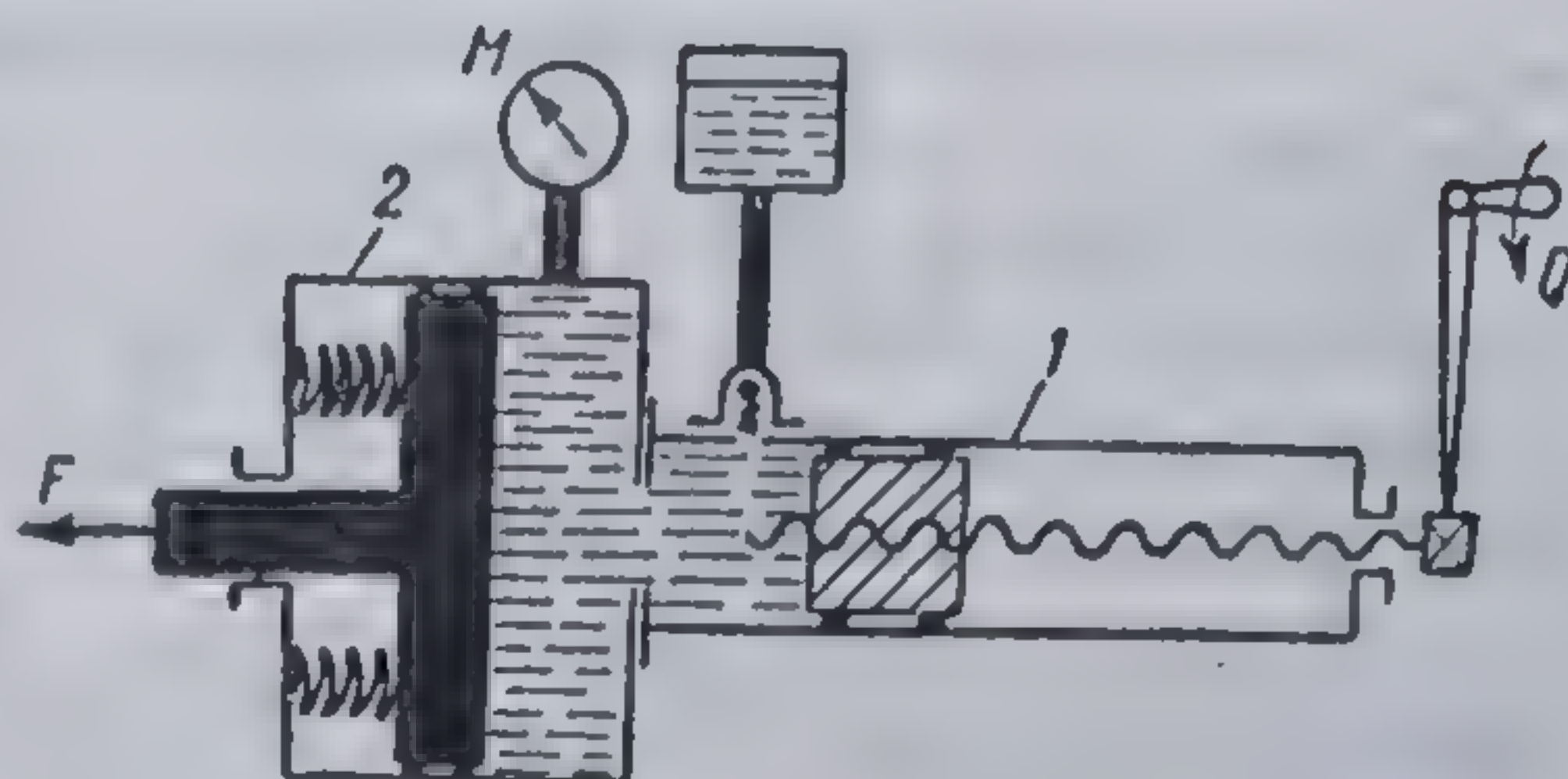


Fig. 11.1. Schema de principiu a acționării mecano-hidraulice.

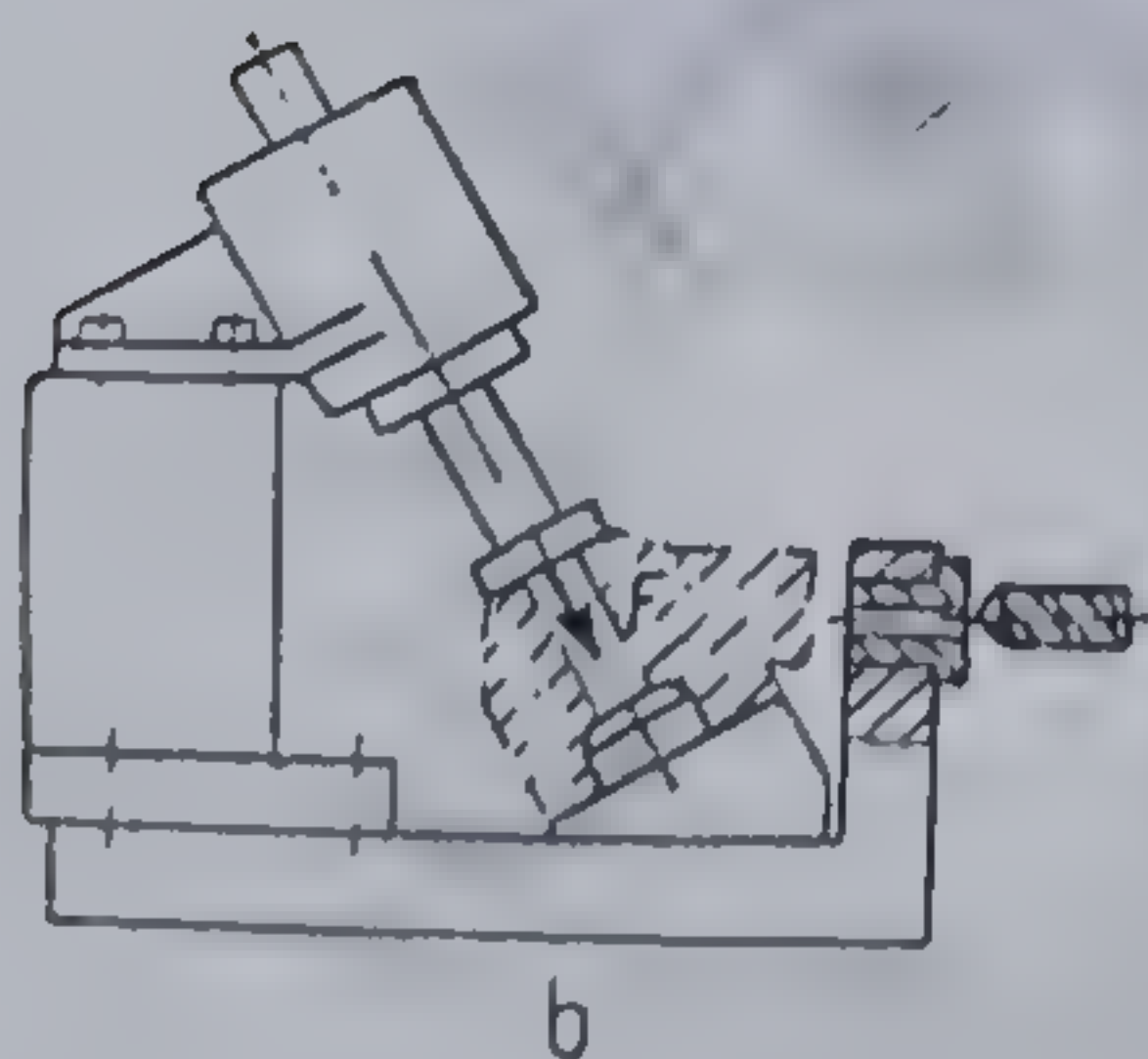
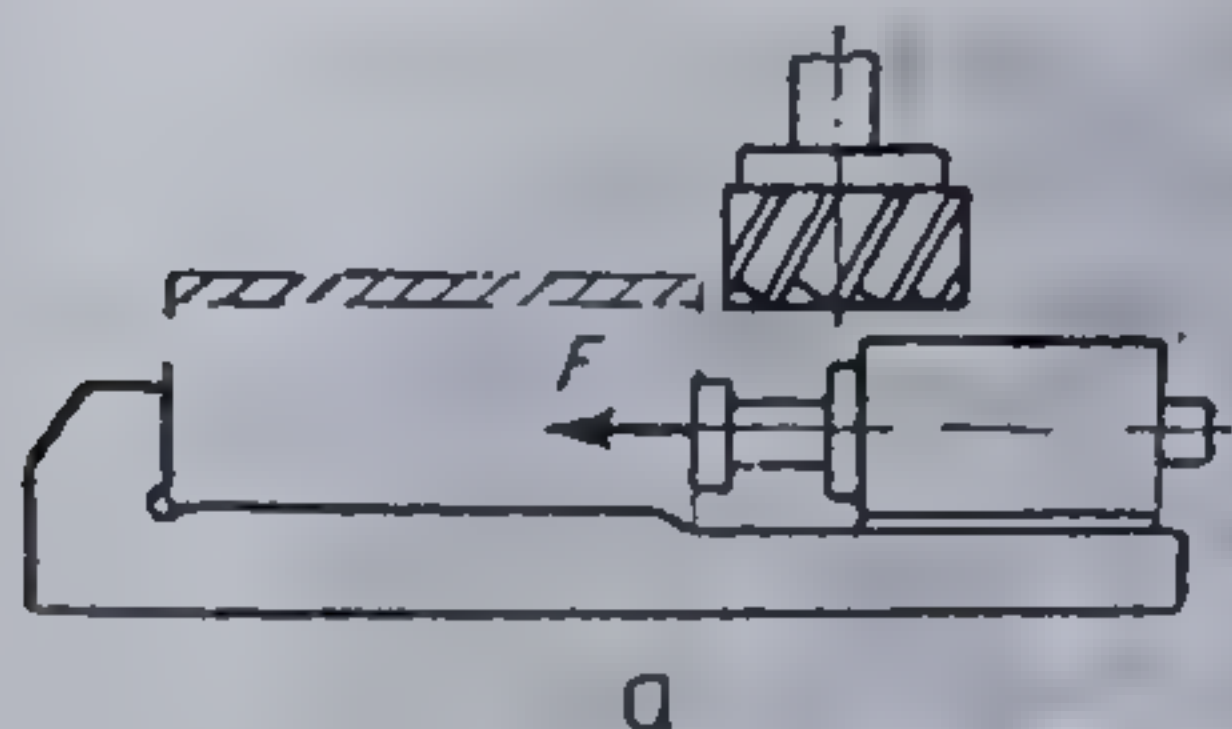


Fig. 11.2. Fixarea motoarelor acționate mecano-hidraulic.

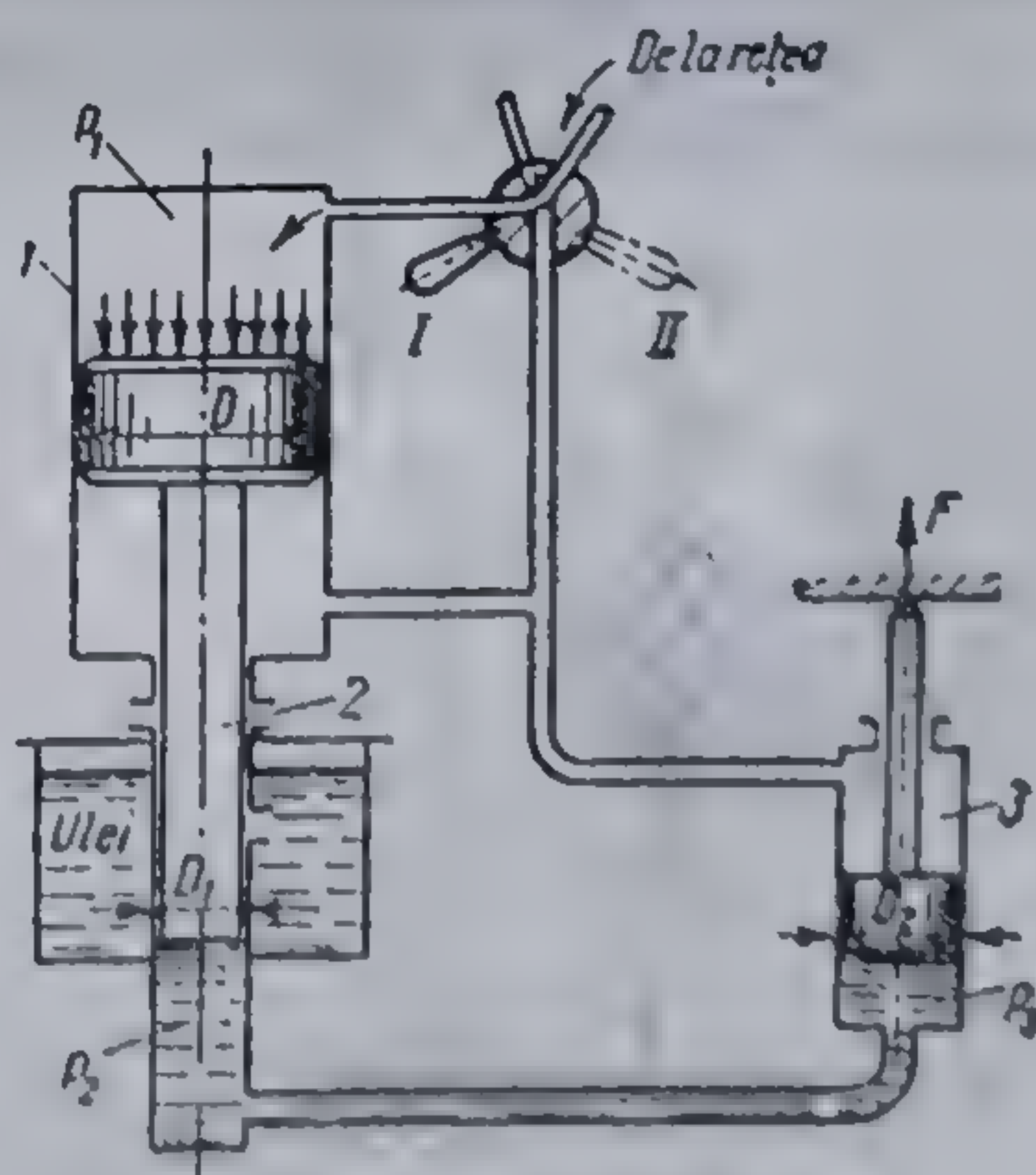


Fig. 11.3. Schema de principiu a acționării pneumohidraulice.

se prelucurează cu regimuri de aşchiere intense şi a căror strângere trebuie făcută în mai multe locuri.

Principiul de lucru (fig. 11.3) constă în amplificarea efectului aerului comprimat de joasă presiune într-un amplificator, obţinându-se presiuni şi deci forţe de acţiune mari. Aerul comprimat din reţea este introdus prin distribuitor în cilindrul 1, de diametru D . În cilindrul de diametru D_1 se va dezvolta o presiune de ulei mai mare decât a aerului din reţea. Aceasta va acţiona în cilindrul 3, de diametrul D_2 , realizând forţa de strângere F .

c. Acţiunea hidraulică

În instalaţiile hidraulice, presiunea care lucrează în cilindri hidraulici este realizată cu ajutorul unor pompe antrenate de motoare electrice.

Acţiunea hidraulică este utilizată mai ales la dispozitivele folosite pe linii automate; în acest caz, se folosesc instalaţiile hidraulice şi deci sursele de ulei sub presiune, de la acestea. Principiul de lucru rezultă din figura 11.4. Uleiul este preluat din rezervorul R de către pompa P_{uc} . Pompele de ulei pot fi cu roţi dinţate, cu paletă, cu pistonase etc. De aici, uleiul este trimis sub presiune (20—80 bar) prin droselul D şi distribuitorul (inversorul) I la motorul hidraulic M_h , a cărui tijă acţionează asupra dispozitivului.

Pentru reglarea debitelor pompei de ulei, menţinerea presiunii constante la regimul de lucru reglat în instalaţie este prevăzută o supapă S_m . Regimul de lucru se reglează cu droselul, care laminează circuitul de ulei în funcţie de necesitate. Distribuitorul conduce uleiul pe o parte sau pe alta a pistonului hidraulic, realizând sensul mişcării de acţiune putînd fi manevrat manual sau automat. În figura 11.5 este reprezentată schema de funcţionare a distribuitorului rotativ. Fixarea şi desfacerea piesei se realizează prin schimbarea poziţiei manetel din poziţia A în B şi invers. Uleiul se reîntoarce printr-o conductă separată.

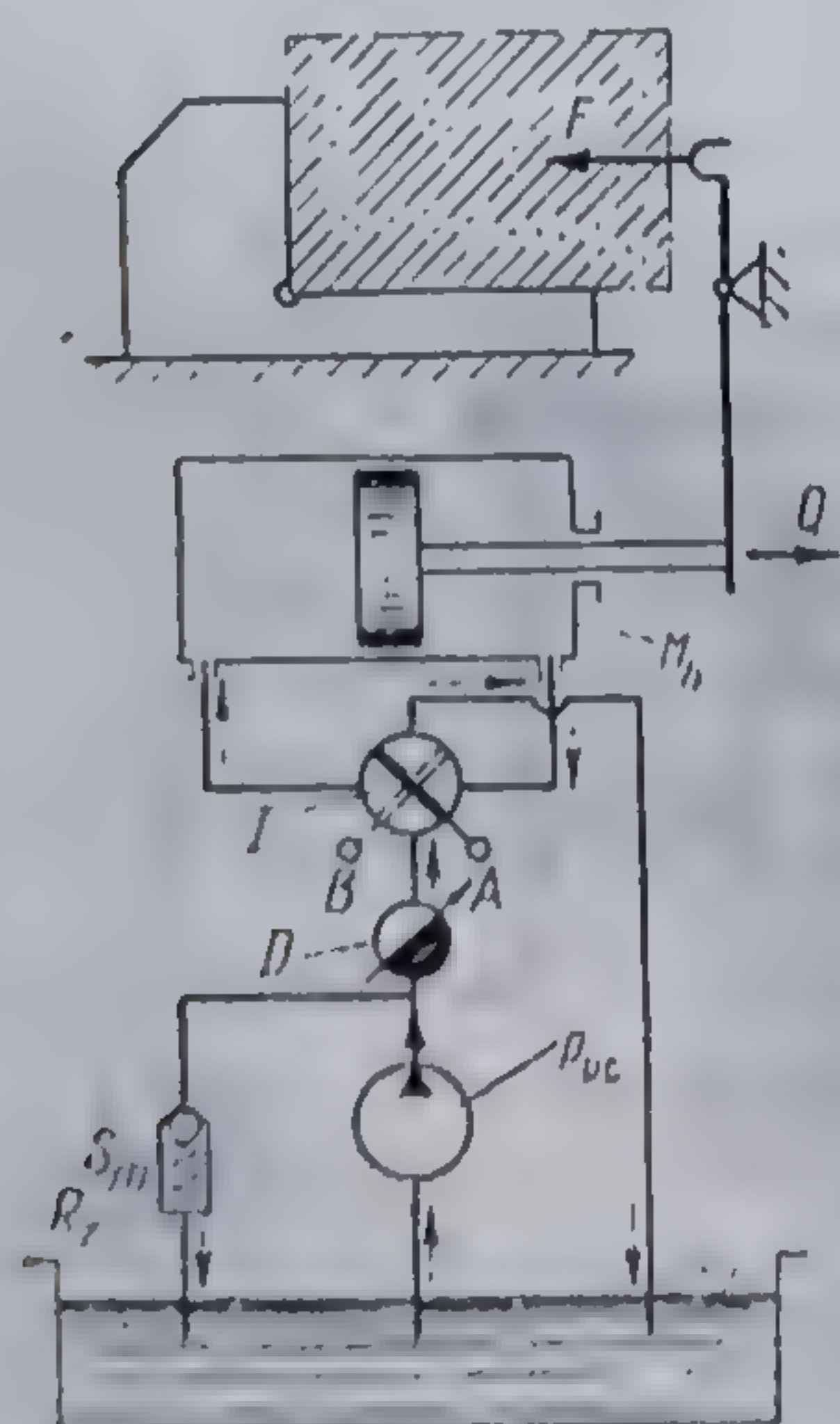


Fig. 11.4. Acţiunea hidraulică.

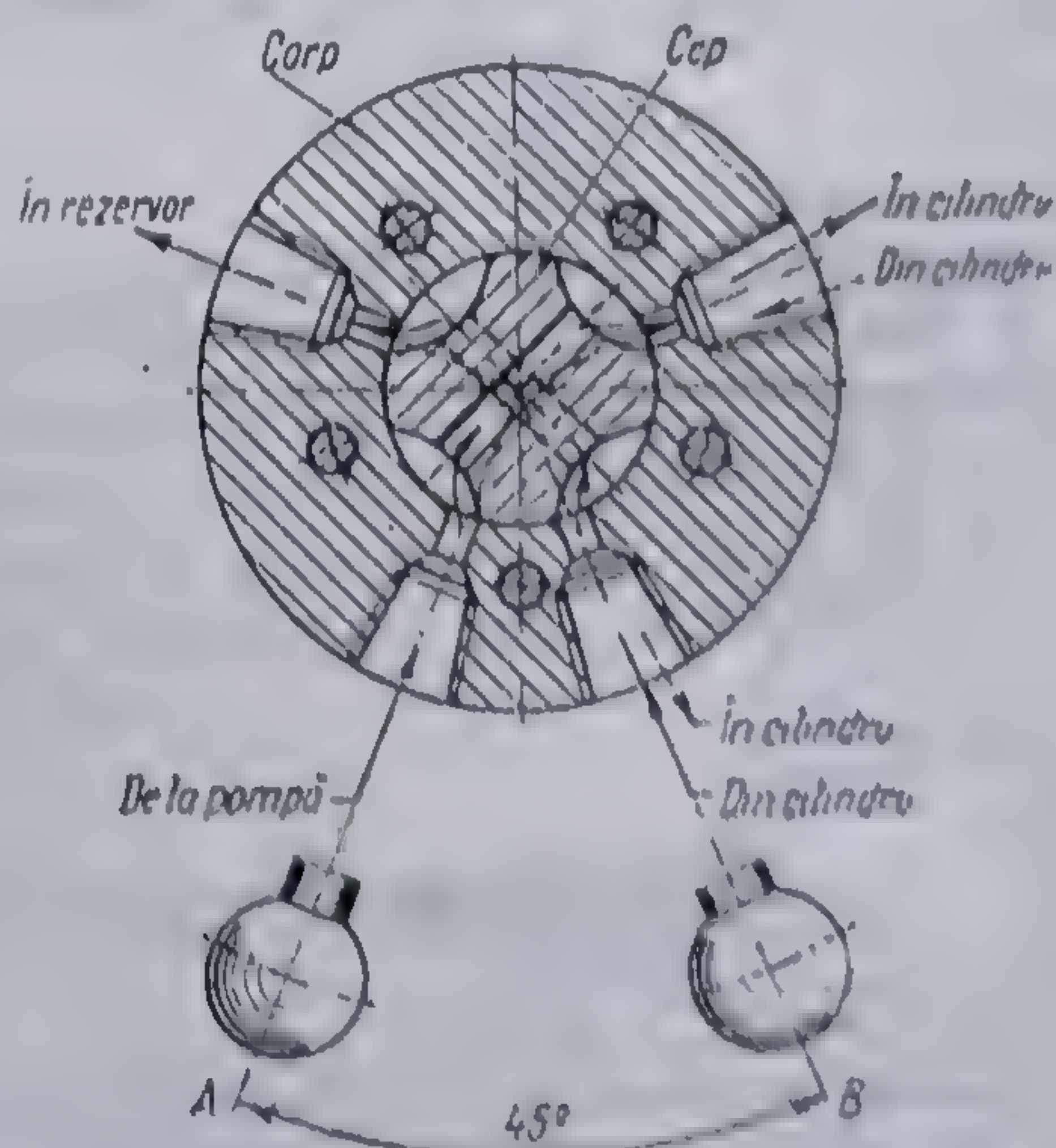


Fig. 11.5. Schema de funcționare a distribuitorului rotativ.

3. MĂSURI DE TEHNICĂ A SECURITĂȚII MUNCII

La folosirea dispozitivelor acționate hidraulic va trebui să se aibă în vedere următoarele:

— nici un dispozitiv nu poate fi pus în funcțiune dacă nu s-a făcut recepția lui;

— pârghiile, manetele de comandă, butoanele de pornire și oprire etc. ale instalațiilor care deservește acționarea hidraulică a dispozitivelor, vor fi astfel amplasate încât să poată fi urmărite și manevrate cu ușurință fără a necesita părăsirea locului de muncă. Ele vor fi astfel concepute și amplasate încât să nu se poată modifica de la sine comanda dată, ca urmare a unor acționări întâmplătoare, trepidații, scurgeri de fluide etc. Construcția și amplasarea elementelor de comandă trebuie să excludă posibilitatea de accidentare a muncitorului care le acționează.

— dispozitivele hidraulice care lucrează prin deplasare pe verticală vor fi prevăzute cu mecanisme de siguranță care limitează viteza de coborîre în cazul unui defect în circuitul hidraulic;

— înainte de începerea lucrului se va verifica etanșeitățile elementelor hidraulice, buna funcționare a dispozitivelor de siguranță și aparatele de măsurat cu care este echipată instalația hidraulică, pentru a permite exploatarea ei în condiții de securitate a muncii;

— este interzis a se așeza scule, instrumente de măsurat și control etc. pe elementele în mișcare ale dispozitivelor;

— așchiile vor fi îndepărtate de la distanță și numai când acționarea este oprită.

Personalul de deservire și de exploatare a instalațiilor hidraulice trebuie să aibă pregătirea corespunzătoare și să fie instruit în acest scop.

VERIFICAREA CUNOȘTINȚELOR

1. Să se arate avantajele și dezavantajele ce decurg din folosirea acționării hidraulice a dispozitivelor.
2. Prin ce se caracterizează acționarea mecano-hidraulică, acționarea pneumo-hidraulică și acționarea hidraulică și când se aplică?
3. Să se arate elementele componente ale unei instalații hidraulice și să se prezinte rolul funcțional al fiecăreia.

CAPITOLUL 12

CONSTRUCȚIA DISPOZITIVELOR

Dispozitivele sînt alcătuite din elemente și mecanisme de orientare și fixare a semifabricatelor, de ghidare și de reglare a sculelor și de orientare și fixare a dispozitivelor pe mașina-unealtă. Toate aceste elemente se asamblează pe corpul dispozitivului, care suportă acțiunea tuturor forțelor și a momentelor rezultate în timpul strîngerii și prelucrării semifabricatelor.

1. CONDIȚII IMPUSE CORPURILOR DISPOZITIVELOR

Principalele condiții impuse *corpurilor dispozitivelor* sînt următoarele:

- să fie ușoare, dar suficient de rezistente și rigide, încît sub acțiunea forțelor și momentelor de strîngere și a celor rezultate în procesul prelucrării să nu se deformeze și să nu vibreze;

- să permită introducerea și scoaterea comodă a semifabricatelor și eliminarea ușoară a așchiilor dintre piesă și pereții dispozitivului și ai lichidului de răcire;

- să fie prevăzute cu elementele necesare așezării și fixării dispozitivelor pe mașina-unealtă.

În scopul așezării rapide și comode a dispozitivelor pe mașina-unealtă, corpurile trebuie prevăzute cu elemente de poziționare și fixare, cum sînt: pene de ghidare, flanșe intermediare, praguri sau urechi de fixare, tălpi și picioare de sprijin etc.

La executarea corpurilor dispozitivelor se va acorda atenție normelor de tehnică a securității muncii. Astfel, toate muchiile și colțurile se vor rotunji și teși, iar între elementele de comandă (manivele, roți de mîină, chei etc.) și corp se vor lăsa distanțe suficiente, care să excludă rănirea sau prinderea mîinilor în timpul deservirii dispozitivelor.

Corpul dispozitivului poate fi executat din elemente asamblate între ele cu șuruburi și cu știfturi, din elemente sudate sau turnate.

Soluția constructivă se va alege avînd în vedere mărimea lotului de fabricație a pieselor, forma și complexitatea dispozitivului, condițiile de calitate impuse dispozitivului, termenul de execuție etc. La serii de producție mici se execută corpuri de dispozitive din elemente asamblate, pentru serii mijlocii, din elemente sudate, iar pentru serii mari, corpuri turnate.

2. ELEMENTE FOLOSITE LA AȘEZAREA ȘI FIXAREA DISPOZITIVELOR PE MAȘINĂ-UNEALTĂ

Elementele de legătură ale dispozitivelor cu mașinile-unelte depind de modul de prelucrare și de mărimea și forma meselor sau capetelor arborilor principali ai utilajului respectiv.

Dispozitivele care în timpul prelucrării necesită deplasări, răsturnări și rotații în planul mesei mașinii vor avea corpuri cu tălpi sau cu picioare de sprijin, turnate odată cu corpul (fig. 12.1) sau montate pe corp prin înșurubare (fig. 12.2, a) sau presare (fig. 12.2. b). Pentru ca toate suprafețele de sprijin ale tălpilor și picioarelor să fie în același plan, acestea trebuie rectificate simultan după montarea lor pe corpul dispozitivului.

Dimensiunile în plan ale tălpilor și picioarelor de sprijin trebuie să depășească suprafața canalelor în T, pentru a permite deplasarea sau rotirea după necesități a dispozitivului în planul mesei mașinii. În același timp, tălpile și picioarele de sprijin se vor plasa în mod rațional pe suprafața de sprijin a corpului, pentru ca dispozitivul să fie suficient de stabil în timpul prelucrării.

Pentru fixare pe mesele mașinilor-unelte, corpurile dispozitivelor sînt prevăzute cu praguri în care se execută ochiuri sau urechi, prin care trec șuruburile de fixare introduse în canalele T ale mesei. Dimensiunile ochiurilor (fig. 12.3) depind de dimensiunile canalelor în T și de dimensiunile șuruburilor de fixare.

Urechile de fixare (fig. 12.4) prezintă avantajul că permit introducerea șuruburilor din lateral, reducîndu-se astfel timpul necesar fixării dis-

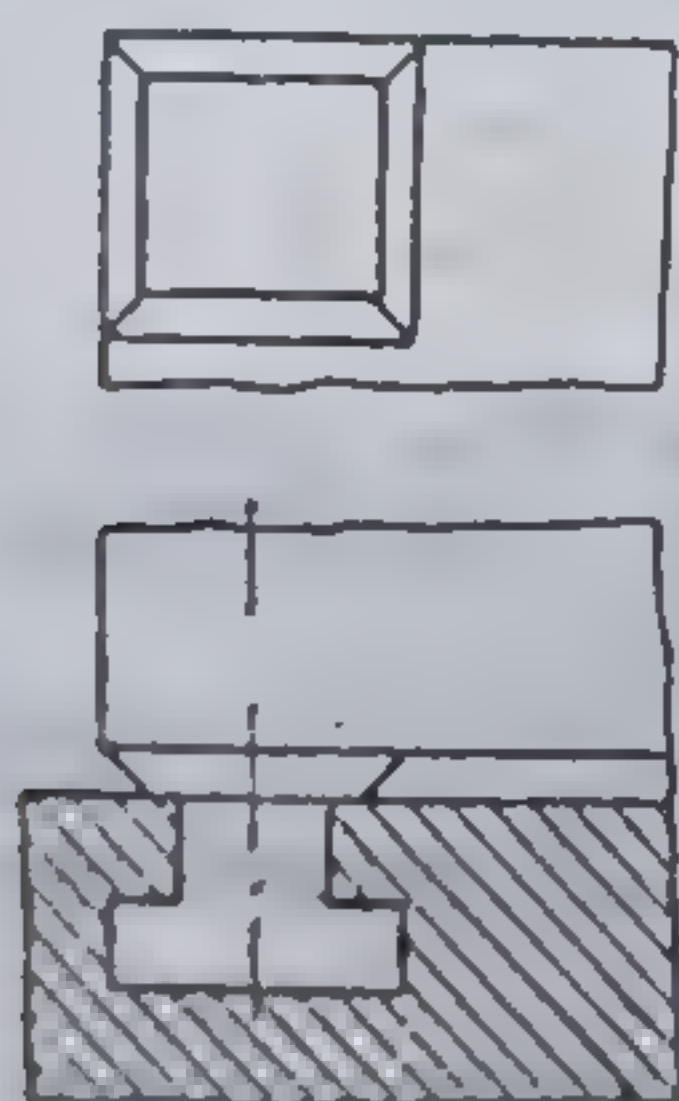


Fig. 12.1. Talpă de sprijin.

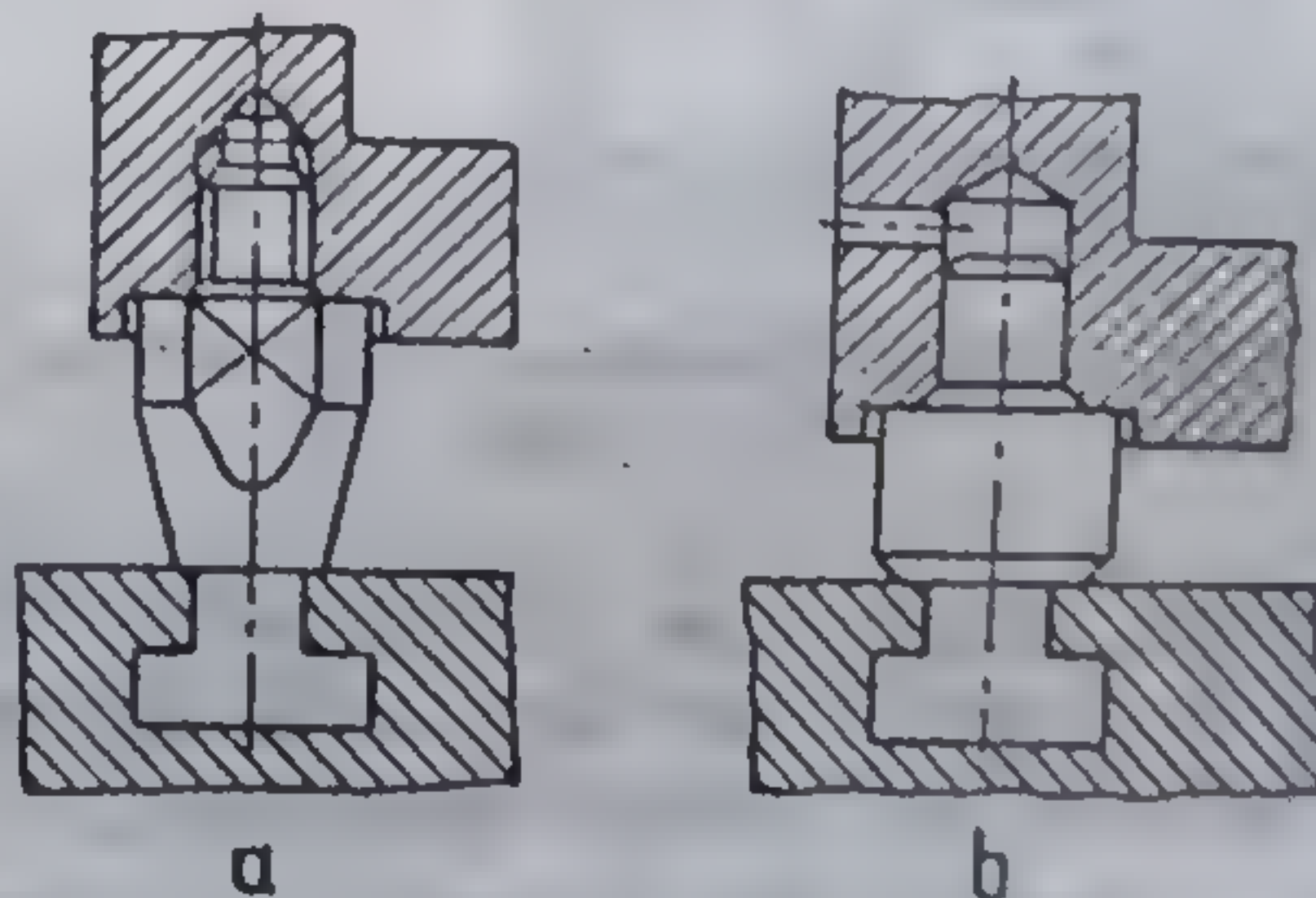


Fig. 12.2. Picioare de sprijin.

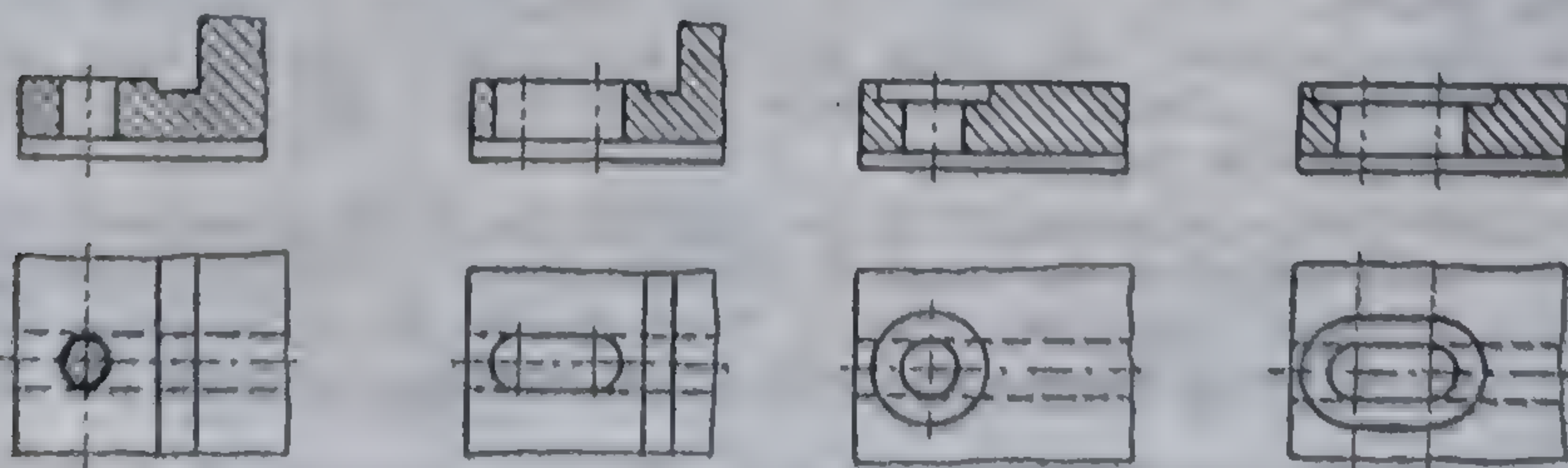


Fig. 12.3. Ochluri de fixare.

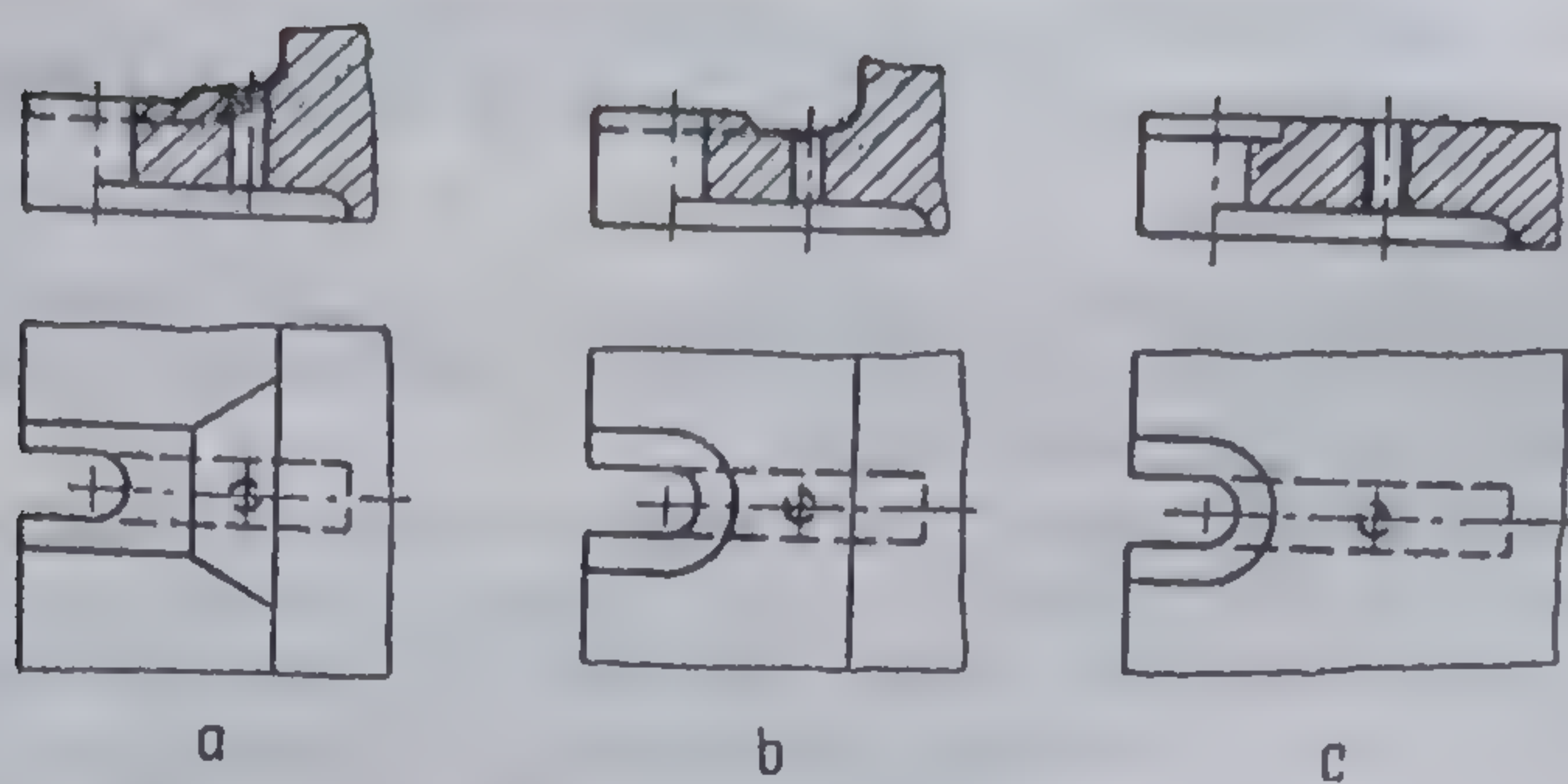


Fig. 12.4. Urechi de fixare.

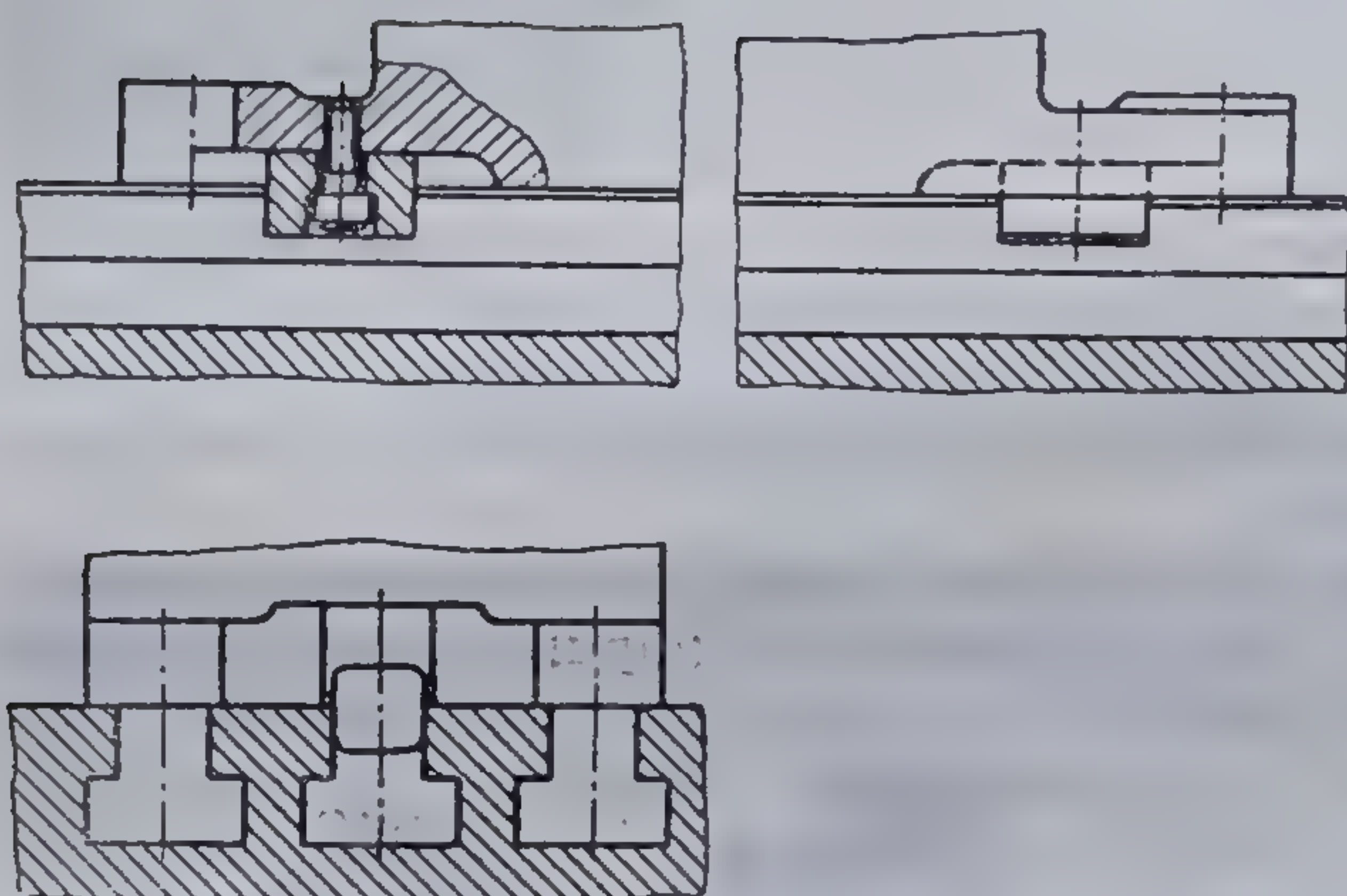


Fig. 12.5. Orientarea dispozitivelor cu pene.

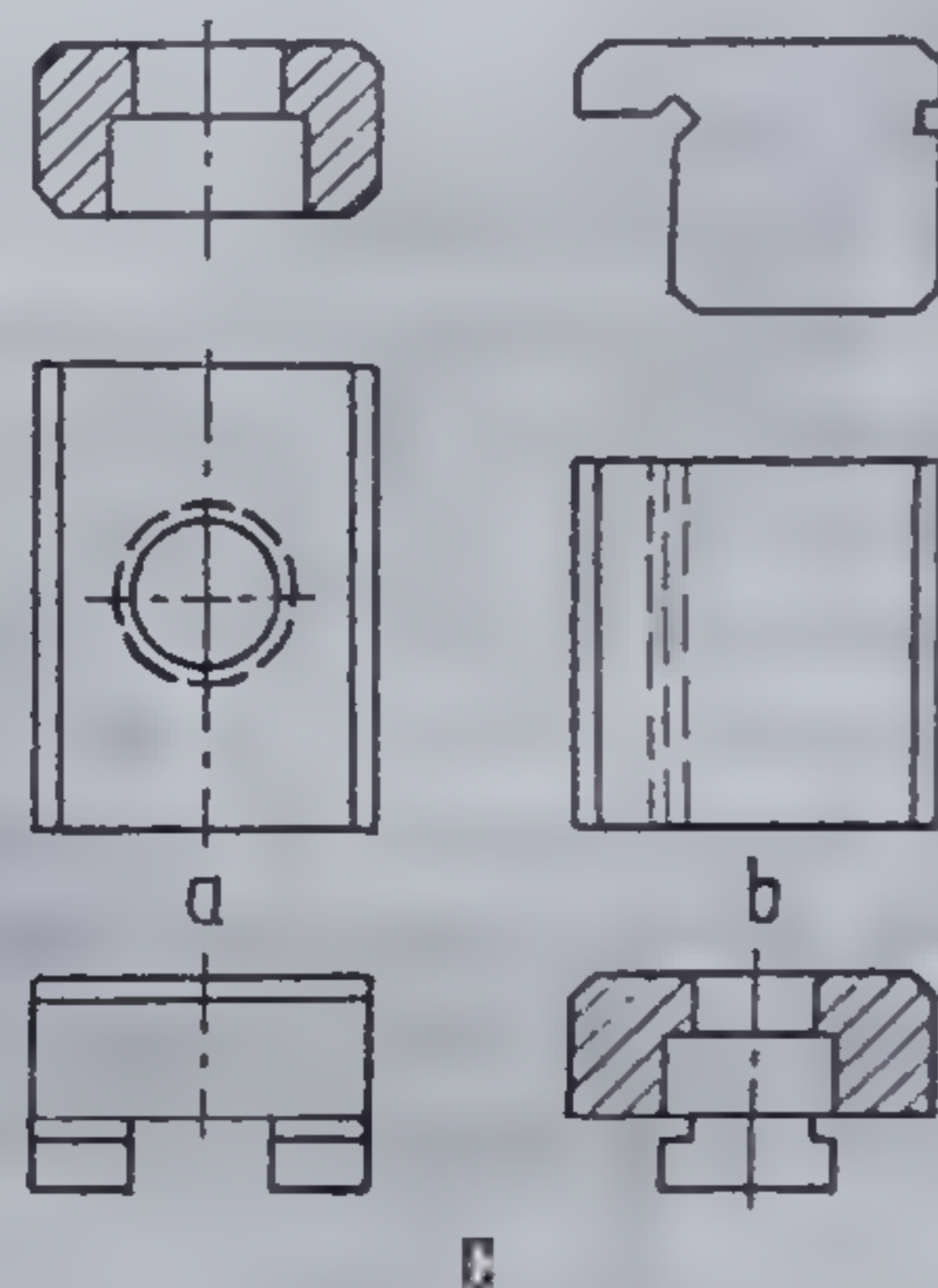


Fig. 12.6. Pene pentru orientarea dispozitivelor.

pozitivului. Distanțele dintre ochiuri sau dintre urechile de fixare se execută în funcție de distanțele dintre canalele în T ale mesei mașinii-unelte pe care va lucra dispozitivul.

Cînd dispozitivele necesită și o anumită poziționare în planul mesei mașinii, pe partea inferioară a pragurilor se vor executa canale pentru asamblarea penelor de orientare (fig. 12.5). Poziționarea corectă a dispozitivului se realizează cu două pene dispuse la distanța maximă una față de alta, pentru a reduce influența jocurilor dintre pene și canalele în T și dintre pene și canalele din corp. În figura 12.6 sînt reprezentate penele pentru orientarea dispozitivelor, care pot fi simple (fig. 12.6, a), libere (fig. 12.6, b) și duble (fig. 12.6, c).

La prelucrările pe strunguri și pe mașinile de rectificat rotund, dispozitivele se fixează și se centrează în alezajul conic al arborelui principal, deoarece asigură o precizie ridicată. Acest procedeu nu se poate folosi pentru dispozitive de dimensiuni mari, grele, deoarece se poate uza conul interior.

Dispozitivele care depășesc dimensiunile capului arborelui principal se centrează și se fixează cu ajutorul unor flanșe intermediare.

3. MATERIALE FOLOSITE ÎN CONSTRUCȚIA CORPURILOR DISPOZITIVELOR

În mod curent, la executarea corpurilor dispozitivelor se folosesc fontele cenușii, oțelurile carbon obișnuite, aliajele de aluminiu și, în unele cazuri, materialele plastice.

Corpurile obținute prin turnare au costul ridicat, întrucât ciclul de producție este mare (modele, forme, miezuri, tratamente de îmbătrânire etc.).

Reducerea costului și a ciclului de producție se poate realiza prin folosirea elementelor normalizate, care permit executarea centralizată a unui număr mare de repere de aceleași forme și dimensiuni, în secții sau în întreprinderi specializate. În afara elementelor standardizate din tabelul 5.1 se mai pot aminti și elementele normalizate din figura 12.7.

La producția de serie mică și mijlocie, la executarea unor dispozitive de dimensiuni mari și cu configurație simplă, este mai rațională realizarea corpurilor prin sudare. Dacă sînt folosite în mod judicios nervurile de rigidizare, prin sudare se pot realiza corpuri suficient de rezistente și de rigide, mai ușoare și mai ieftine decît cele turnate. În același timp, ciclul de producție al corpurilor sudate este mult mai scurt.

După sudarea elementelor componente, înainte de prelucrările prin așchiere, corpurile se supun unor tratamente de recoacere pentru detensionare.

Corpurile unor dispozitive de dimensiuni reduse, cu configurație simplă, se realizează și prin forjare din oțeluri carbon obișnuite.

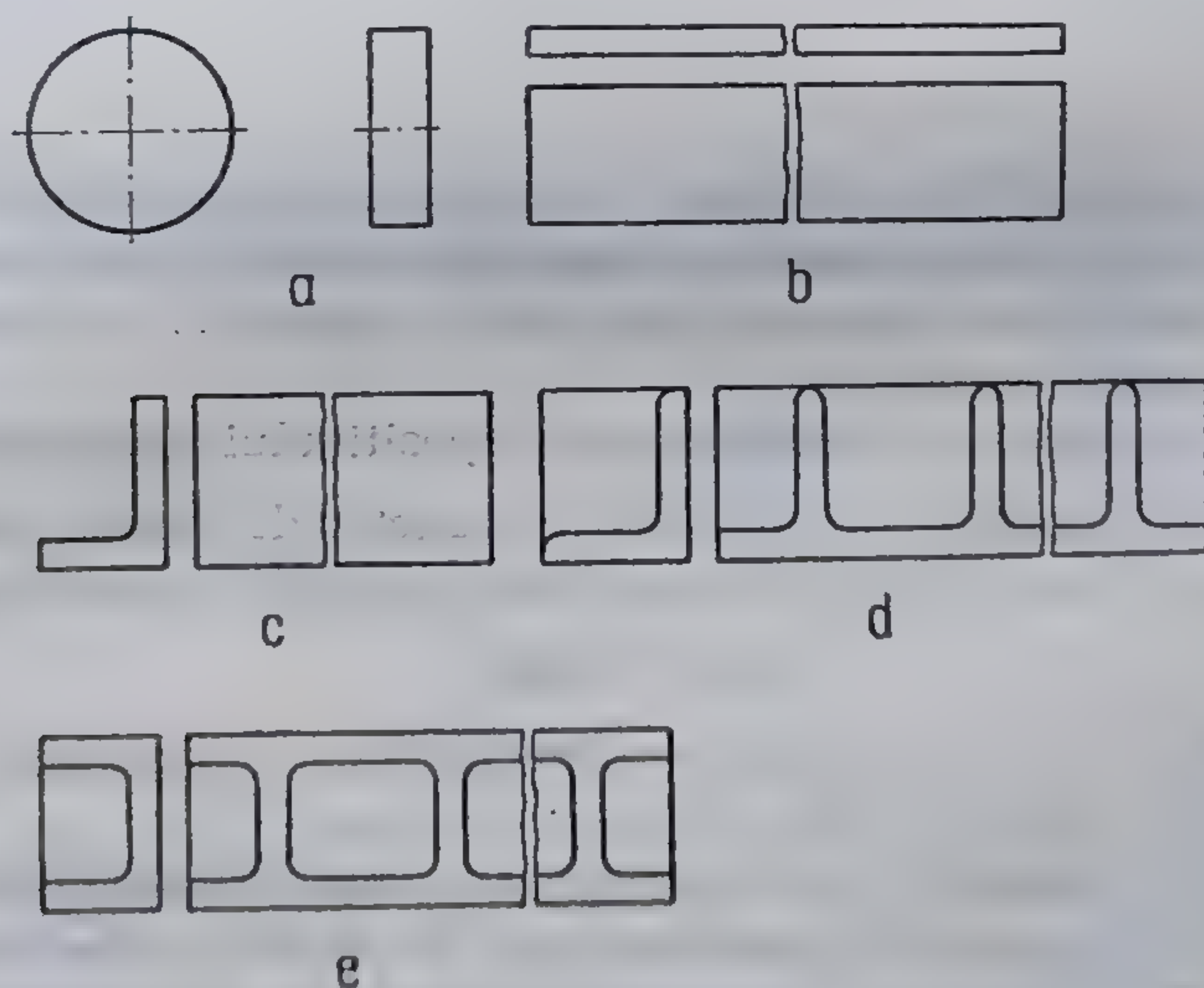


Fig. 12.7. Elemente normalizate pentru construcția dispozitivelor:

a — placă de bază cilindrică; b — placă de bază paralelipipedică;
c — cornier cu aripi neegale; d — cornier cu aripi neegale și nervuri; e — profil U cu nervuri etc.

4. INDICAȚII CU PRIVIRE LA CONSTRUCȚIA DISPOZITIVELOR ȘI ALEGEREA VARIANTEI OPTIME

Pe baza datelor cuprinse în procesele tehnologice, este necesar să se stabilească schemele de orientare și fixare, să se determine mărimea, direcția și punctul de aplicație ale forțelor și momentelor de așchiere, să se stabilească mărimea, direcția și punctele de aplicație ale forțelor de strângere, să se aleagă forma și dimensiunile elementelor de orientare și fixare a semifabricatelor, a elementelor de ghidare sau de reglare a sculelor etc.

Pentru una și aceeași suprafață de prelucrat (sau grup de suprafețe) există posibilitatea elaborării mai multor scheme de orientare și fixare, dar trebuie aleasă aceea care conduce la execuția dispozitivului cu un cost minim și la realizarea piesei conform condițiilor impuse de documentația tehnică.

În afara celor menționate, pentru elaborarea proiectului unui dispozitiv trebuie să se mai cunoască mărimea lotului de producție și caracteristicile mașinii-unelte pe care se execută prelucrarea.

Deoarece un dispozitiv poate fi realizat sub mai multe forme constructive este necesar a se face un antecalcul, pentru a se alege soluția cea mai economică, care să permită realizarea pieselor la cotele impuse de documentație. Un asemenea calcul constă în a compara costul unei operații efectuate cu diferite dispozitive variind ca complexitate și cost. Costul unui dispozitiv, de o anumită complexitate, se poate determina cu relația:

$$C = K \cdot N \text{ [lei]}, \quad (12.1)$$

în care:

K este o constantă care depinde de gradul de complexitate a dispozitivului ($K=15$ pentru dispozitive simple; $K=30$ pentru dispozitive de complexitate medie și $K=40 \dots 45$ pentru dispozitive complexe);

N — numărul total de repere al dispozitivului comparat.

Manopera consumată se calculează în funcție de timpul total T_t , în h sau în min, și de retribuția R pe oră sau pe minut a muncitorului.

$$M = T_t \cdot R \text{ [lei]} \quad (12.2)$$

Cheltuielile legate de exploatarea, întreținerea și repararea dispozitivului se vor lua între 15 și 20% din costul calculat.

Dispozitivul se amortizează în funcție de timpul afectat programului de producție și de gradul de complexitate: Amortizarea $A=1$ an pentru dispozitive simple; $A=2 \dots 3$ ani pentru dispozitive de complexitate medie și $A=4 \dots 5$ ani pentru dispozitive complexe.

Pentru alegerea variantei optime se vor stabili costurile fiecărei soluții constructive și se va proiecta dispozitivul cel mai economic.

VERIFICAREA CUNOȘTINȚELOR

1. Să se arate rolul corpurilor dispozitivelor și condițiile pe care trebuie să le îndeplinească în scopul bunei funcționări a acestora.
2. Ce tipuri de elemente constructive se folosesc la așezarea și fixarea dispozitivelor pe mașina-unealtă?
3. Să se arate materialele și metodele de realizare a corpurilor dispozitivelor și să se justifice economic fiecare metodă în parte.
4. Care este traseul ce trebuie urmat pentru alegerea variantei optime la construirea unui dispozitiv? (discuția se va purta pe un dispozitiv existent în atelierul școlar, pentru care se vor schița și alte variante constructive).

CAPITOLUL 13

DISPOZITIVE PENTRU MAȘINI-UNELTE

1. DISPOZITIVE PENTRU MAȘINI-UNELTE DE BURGHIAȚ

Dispozitivele folosite la mașinile-unelte de burghiat trebuie să asigure nu numai așezarea corectă și fixarea semifabricatului în vederea prelucrării, ci și conducerea sculelor așchietoare, pentru a împiedica devierea sculei în procesul de prelucrare.

Deoarece prelucrarea unui alezaj comportă uneori mai multe operații (burghiere, alezare etc.), aplicate uneia sau mai multor suprafețe, este necesar ca dispozitivele de burghiat să se execute într-o gamă care să satisfacă cerințele legate de configurația piesei, precizia de execuție etc. Dispozitivele folosite la prelucrarea alezajelor se pot clasifica după următoarele criterii:

- din punctul de vedere al fixării în dispozitive, se deosebesc plăci sau șabloane care se atașează pe piesă (în cazul prelucrării găurilor la piesele de dimensiuni mari) și în cazul când piesa este prinsă în dispozitiv;

- din punctul de vedere al numărului de plane, în care se pot prelucra alezajele, dispozitivele pot fi fixe (cu un singur plan) și răsturnabile sau rotative pentru executarea alezajelor în mai multe plane;

- din punctul de vedere al numărului de piese care se prelucrează simultan, dispozitivele pot fixa una sau mai multe piese;

- din punctul de vedere al alimentării și al intervenției muncitorului, dispozitivele pot fi cu alimentare manuală sau automată și respectiv cu comandă manuală și automată.

a. Elemente caracteristice ale dispozitivelor pentru prelucrarea alezajelor

Ca elemente caracteristice ale dispozitivelor folosite la prelucrarea alezajelor, în afara celor de așezare, de strângere etc., se deosebesc bușele de ghidare și plăcile de ghidare.

Bușele de ghidare au rolul de a poziționa scula în raport cu piesa și sînt de obicei standardizate. Acestea pot fi presate sau fixate cu șuruburi de corpul dispozitivului (v. tabelul 5.1).

Cînd forma semifabricatului impune, bușă de ghidare se poate executa corespunzător necesităților (fig. 13.1).

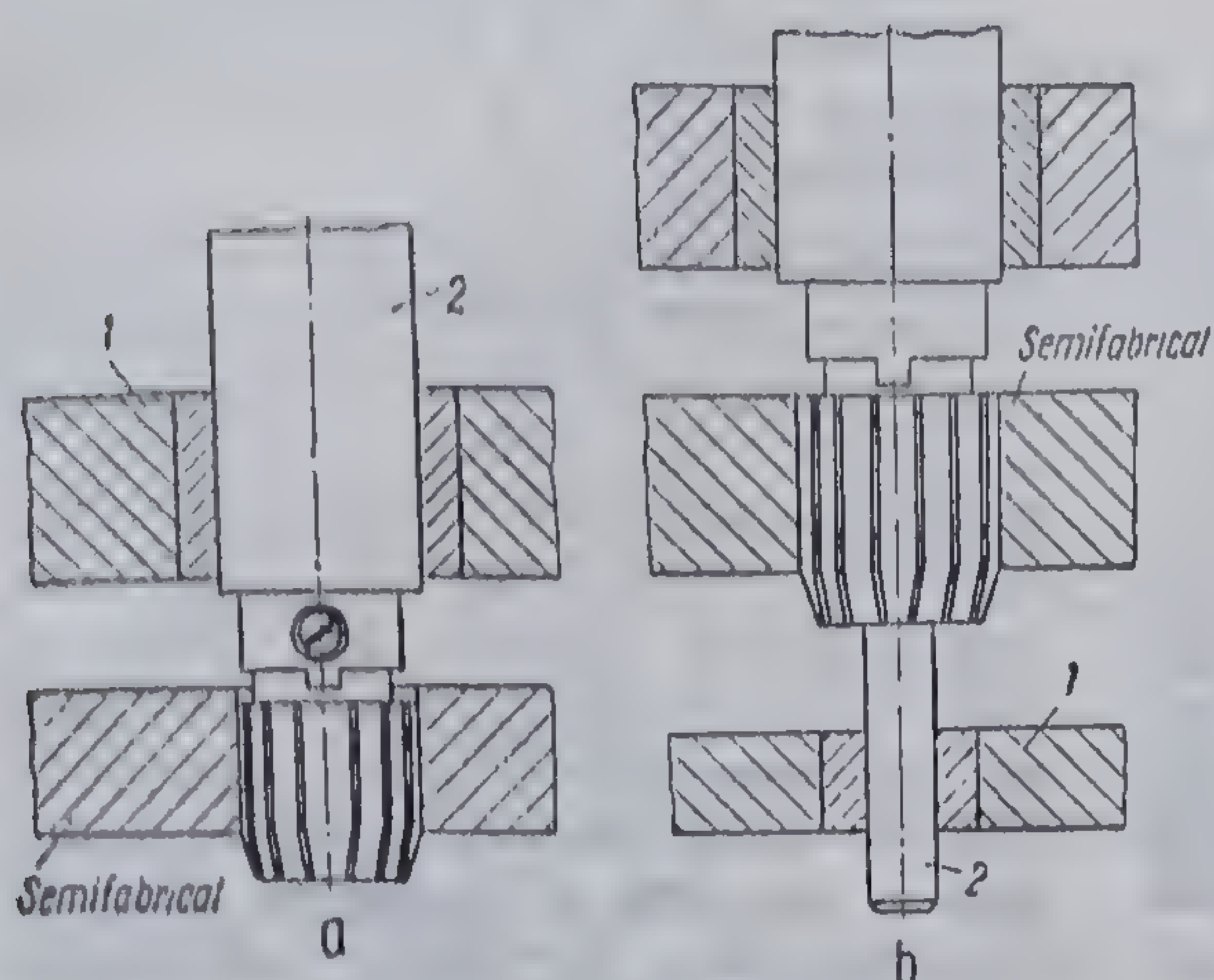


Fig. 13.1. Exemple de ghidare indirectă a sculei.

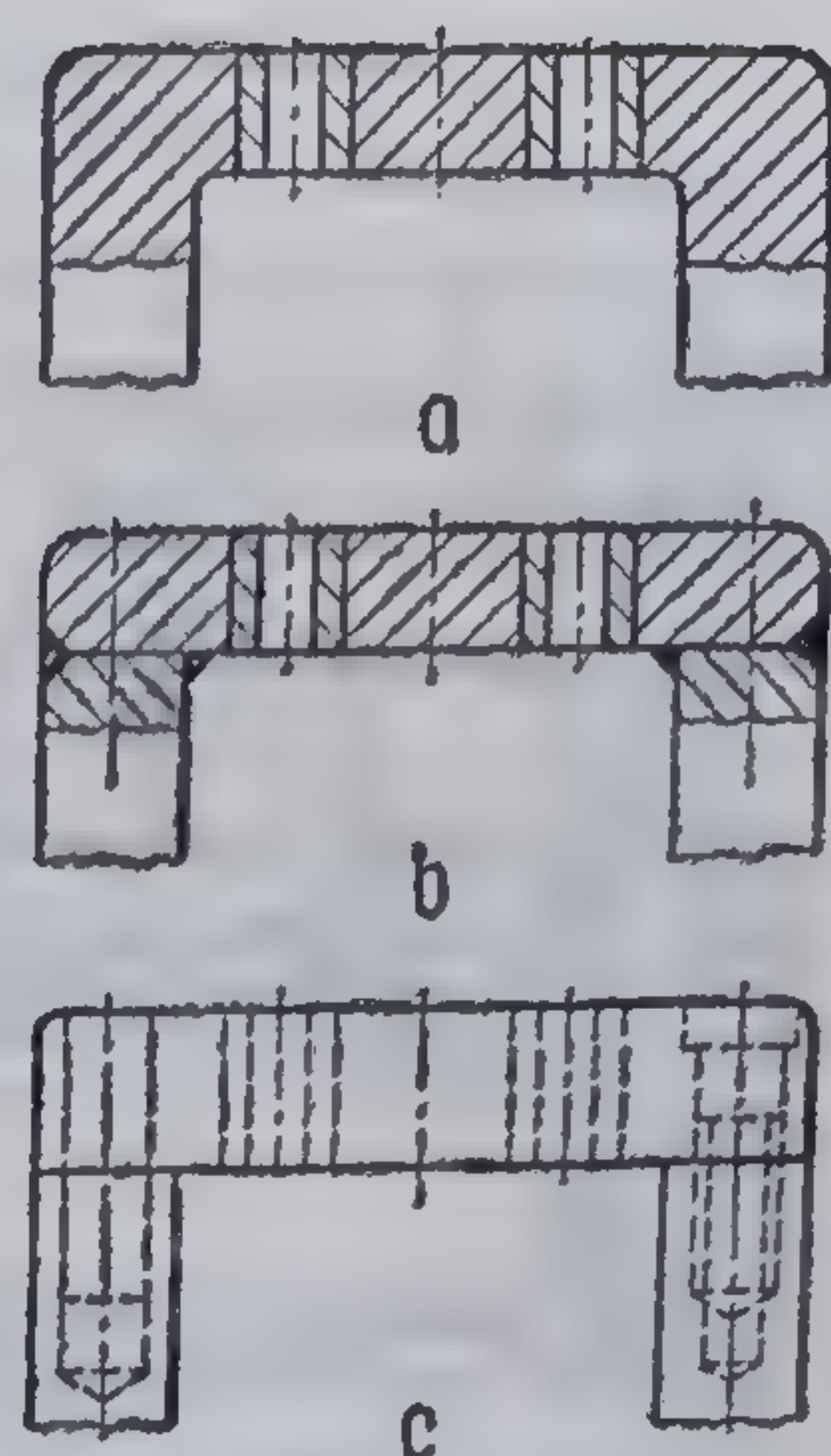


Fig. 13.2. Plăci (plăcuțe) de ghidare fixe.

Deoarece frecarea dintre fațetele sculei așchietoare și suprafața de ghidare a bușei conduce la uzura acestuia, se folosește și ghidarea indirectă a sculei. În acest caz, placa de ghidare 1 a dispozitivului poate fi amplasată înaintea alezajului de prelucrat (fig. 13.1, a) sau în spatele acestuia (fig. 13.1, b). În primul caz, ghidarea este realizată de coada 2 a sculei, iar în cel de al doilea caz, de capul de ghidare 2 al sculei.

Plăcile de ghidare pot fi: fixe, rabatabile, amovibile, suspendate și ridicabile.

Dispozitivele de construcție mai simplă au plăcile de ghidare fixe, executate dintr-o bucată cu corpul dispozitivului (fig. 13.2, a) asamblate prin sudură (fig. 13.2, b) sau prin șuruburi cu știfturi (fig. 13.2, c). Precizia de prelucrare ce se obține cu dispozitive cu plăci de ghidare dintr-o bucată cu corpul dispozitivului este în funcție de precizia de execuție a bușelor de ghidare și de precizia amplasării lor, în timp ce la dispozitivele cu plăci de ghidare fixate cu șuruburi apare și influența preciziei poziției față de corpul dispozitivului.

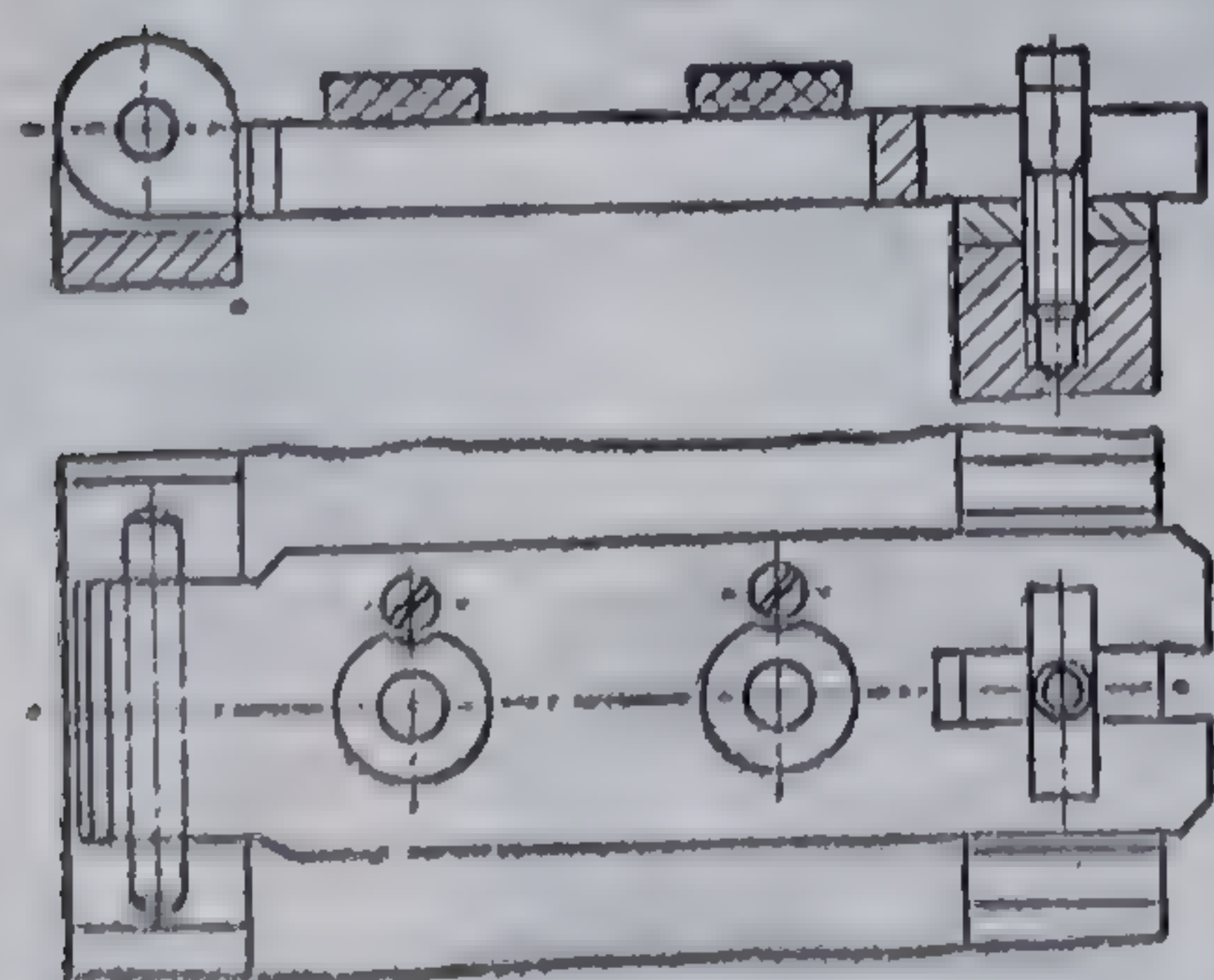


Fig. 13.3. Placă articulată (rabatabilă).

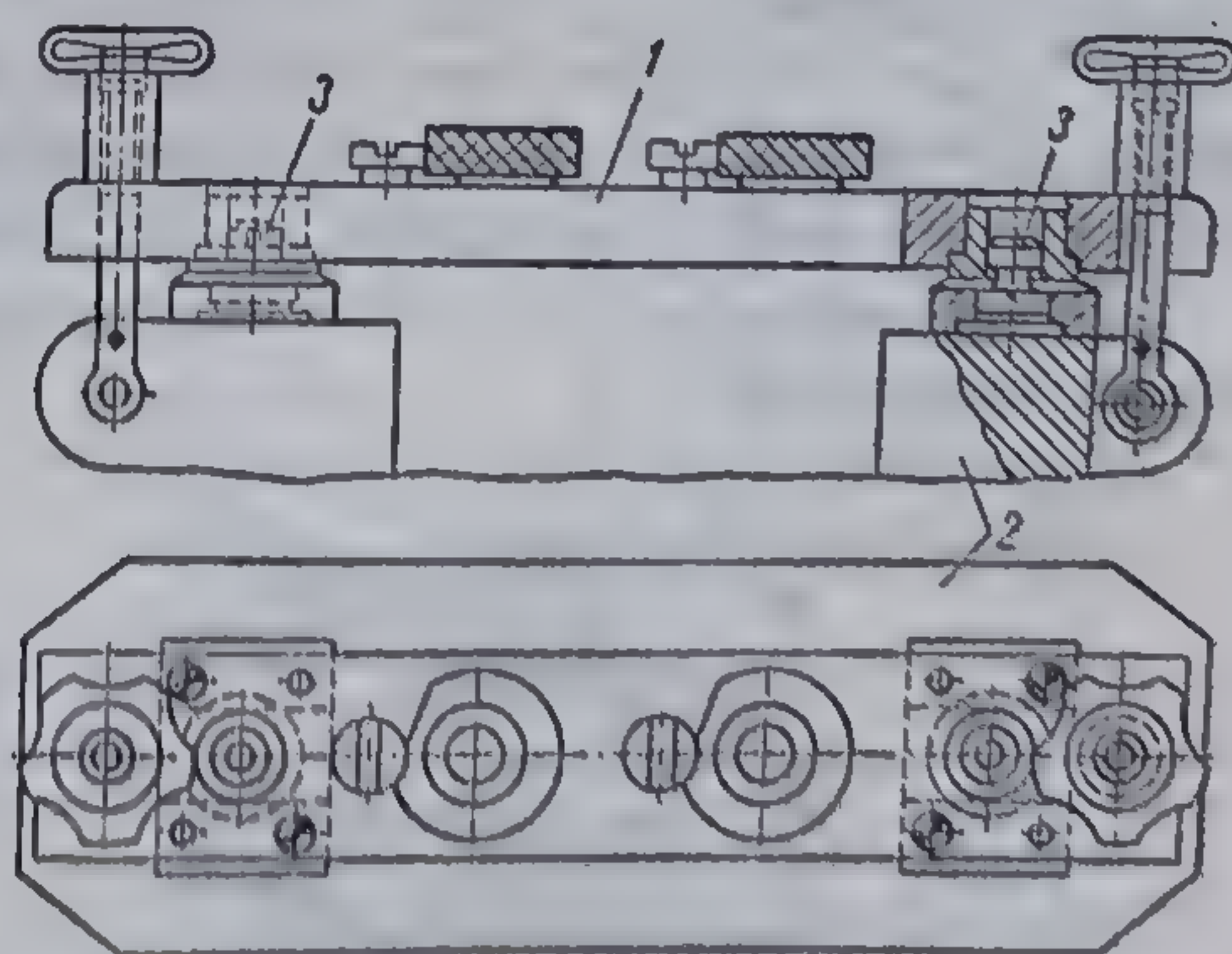


Fig. 13.4. Placă amovibilă.

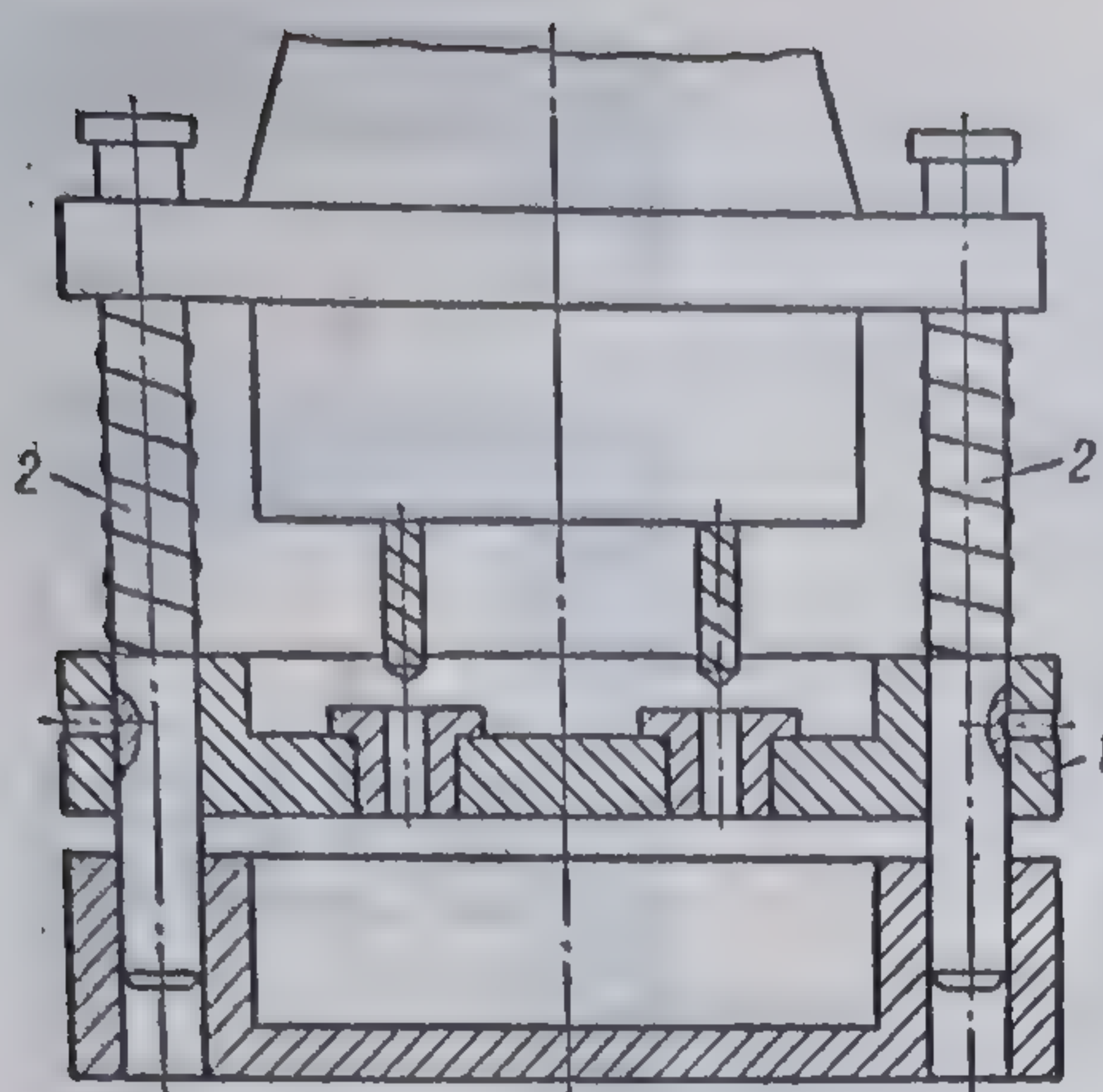


Fig. 13.5. Placă suspendată.

Plăcile amovibile 1 (fig. 13.4) se execută separat de corpul dispozitivului 2, neavînd legătură permanentă cu acesta. Placa se orientează prin intermediul a două bolțuri 3 precis amplasate și se fixează prin elemente de strîngere rabatabile. Uneori, placa servește și la fixarea piesei în dispozitive.

Plăcile suspendate 1 (fig. 13.5) se leagă de corpul dispozitivului prin coloanele de ghidare 2, totul fiind suspendate în arborele principal al mașinii. Placa suspendată fixează totodată și piesa și se folosește în special în cazul prelucrării cu mai multe scule.

b. Tipuri de dispozitive

Dispozitivele pentru prelucrarea alezajelor pot fi mobile și fixe. La dispozitivele mobile bușa de prelucrat este adusă în dreptul sculei prin deplasarea manuală a acesteia pe masa mașinii, iar momentul de răsucire este preluat prin riglele fixate pe masa mașinii.

Dispozitivele fixe se folosesc pentru piese mari prelucrabile la mașinile-unelte de burghiat radiale, prevăzute cu platouri rotative, orizontale sau verticale.

În figura 13.6 este reprezentat un dispozitiv mobil răsturnabil cu două plane. Aceste tipuri de dispozitive se pretează la producția de serie mică, cînd sînt de executat alezaje în mai multe plane.

Un exemplu de dispozitiv fix de prelucrare a alezajelor este reprezentat în figura 5.5.

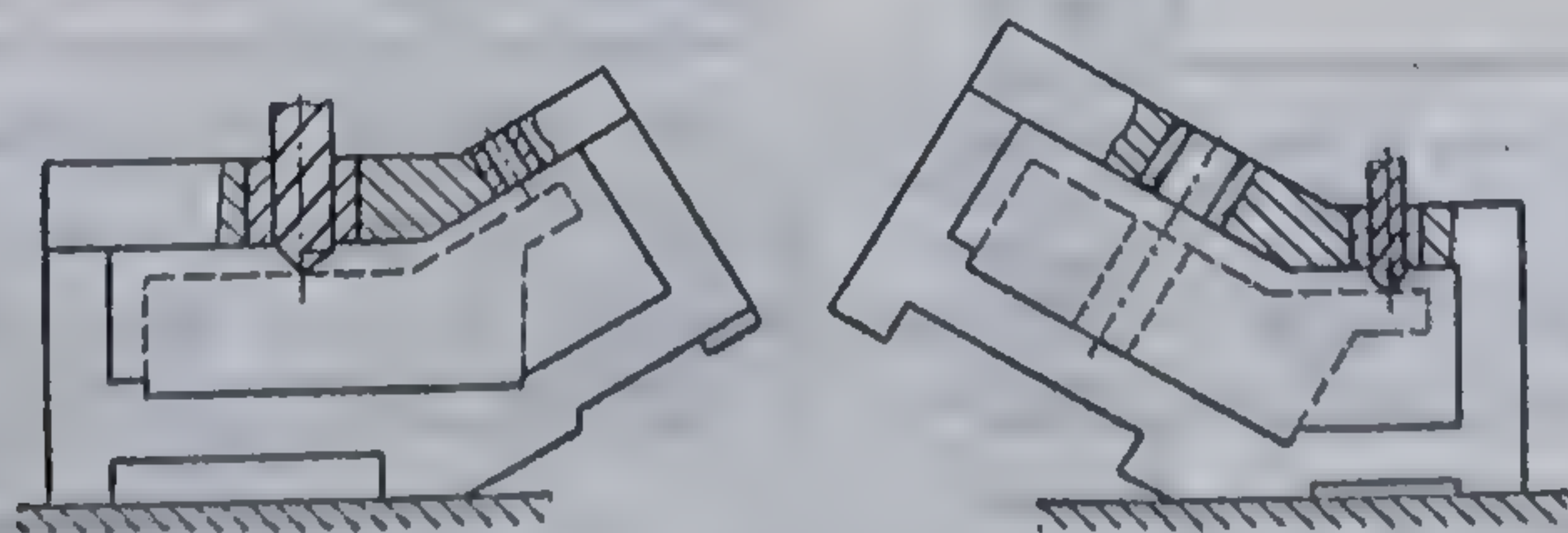


Fig. 13.6. Dispozitiv mobil răsturnabil cu două plane.

c. Capete de burghiat multiax

Capetele de găurit multiax se folosește pentru prelucrarea simultană a mai multor alezaje într-una sau mai multe piese. După construcție, capetele de burghiat multiax pot fi speciale, executate pentru anumite semifabricate, când distanțele dintre axele portscule sînt fixe, sau universale, când poziția axelor portscule este reglabilă. La capul multiax universal cu axe cardanice (fig. 13.7, a), suporturile 1 ale axurilor 2 se pot deplasa în direcția radială sau se pot monta pe circumferința planului de reazem inferior al corpului 3 al capului. Legătura telescopică 6 compensează variația distanței între articulațiile 4 și 5.

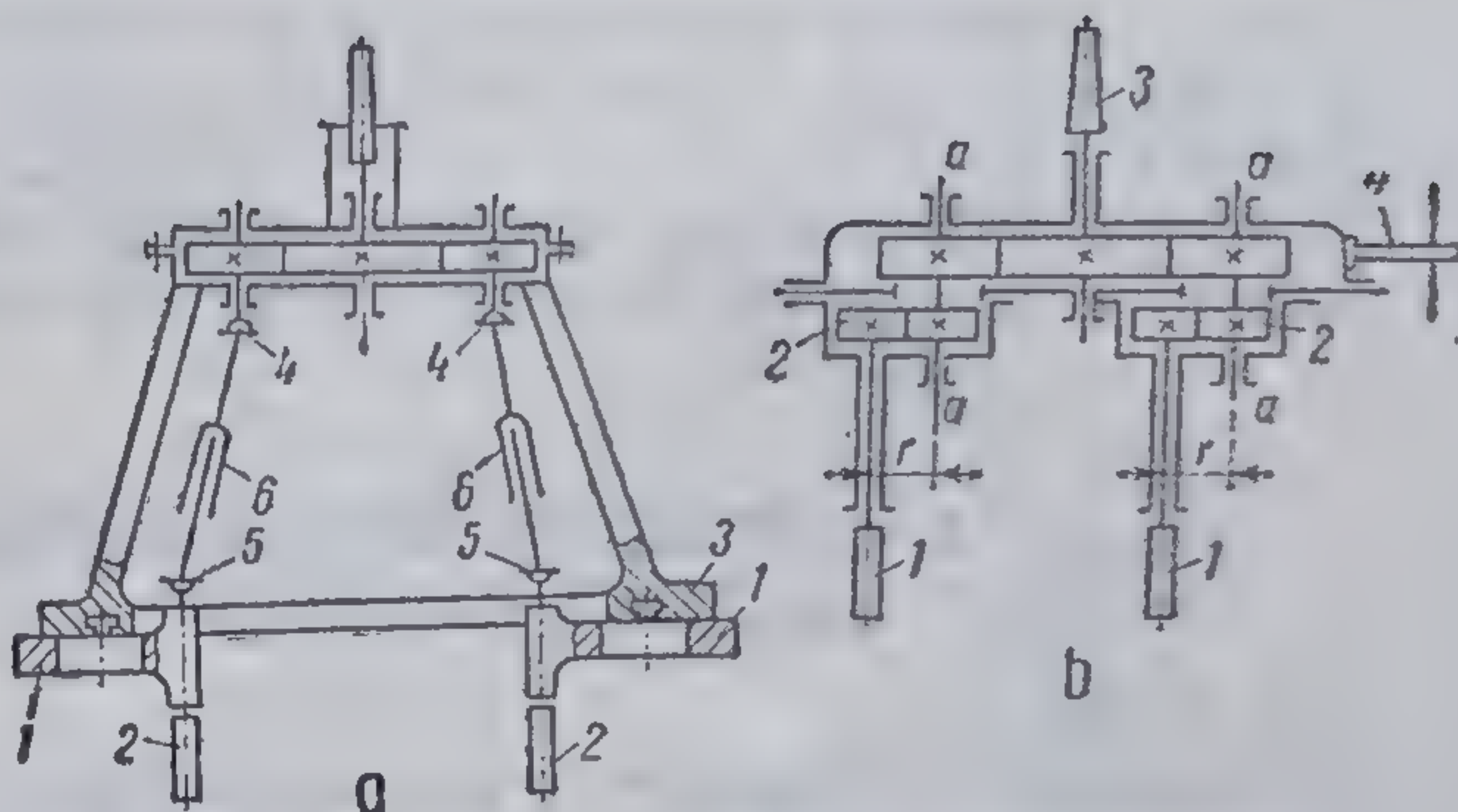


Fig. 13.7. Scheme de capete multiax universal.

La capul multiax universal cu brațe turnante (fig. 13.7, b) mutarea axurilor portsculă 1 se realizează pe un arc de cerc cu raza r . Aceasta se obține prin rotirea părților inferioare 2 ale corpului în jurul axelor $a-a$. Conul 3 al capului se introduce în conul arborelui principal al mașinii-unelte, iar rotația corpului este împiedicată de tija 4.

La capul multiax universal cu brațe turnante (fig. 13.7, b) mutarea axurilor portsculă 1 se realizează pe un arc de cerc cu raza r . Aceasta se obține prin rotirea părților inferioare 2 ale corpului în jurul axelor $a-a$. Conul 3 al capului se introduce în conul arborelui principal al mașinii-unelte, iar rotația corpului este împiedicată de tija 4.

d. Scule auxiliare

Ca scule auxiliare pentru mașinile de burghiat se deosebesc:

— bușe elastice și de reducție pentru fixarea sculelor în mandrine sau în arborele principal al mașinii;

— mandrina cu acționare rapidă, cu bile, pene etc.;

— mandrine pentru fixarea tarozilor etc.

1) Reducțiile se folosesc pentru fixarea sculelor al căror con este mai mic decât conul arborelui principal al mașinii. Ele pot fi cu sau fără prelungitor.

2) Mandrinele cu acționare rapidă sînt recomandate la prelucrarea alezajelor precise la care este necesar să se efectueze succesiv operații de burghiere, adîncire, alezare etc. În acest scop, fiecare sculă întrebuintată se va fixa în prealabil într-o astfel de mandrină, care se înlocuiește fără oprirea mașinii.

3) Mandrinele pentru tarozi servesc la executarea operației de tarodare pe mașina de burghiat. Corpul 1 (fig. 13.8) are tăieturi și este fixat pe arborele principal al mașinii-unelte prin stringerea cu șurubul a . Coada conică 2 primește mișcarea de la arborele principal al mașinii-unelte și o transmite axului 4 prin cupla 3. La ridicarea ca-

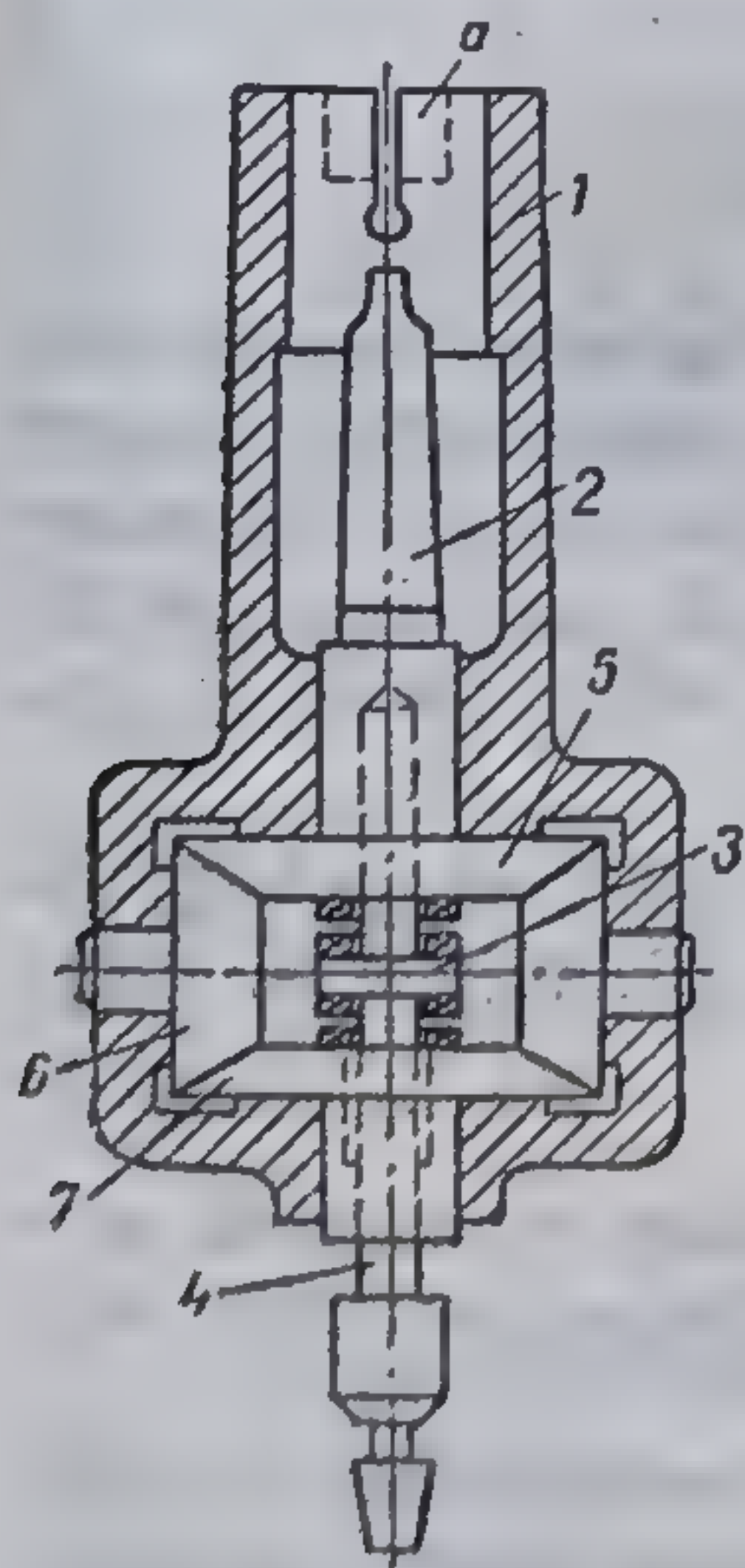


Fig. 13.8. Mandrină pentru tarozi.

pului la începutul cursei înapoi, cupla se comutează în poziția inferioară; în acest caz, axul 4 primește rotația în sens invers, prin roțile dințate conice 5, 6 și 7.

Unele construcții de mandrine permit reglarea cursei în înălțime în raport cu adâncimea alezajului filetat cu ajutorul unui opritor lateral.

2. DISPOZITIVE PENTRU MAȘINI-UNELTE DE FREZAT, RABOTAT ȘI MORTEZAT

Dispozitivele folosite la prelucrarea prin frezare și rabotare sînt de forme și construcții diferite, în funcție de configurația pieselor de prelucrat și de tipul mașinii-unelte pe care se execută piesa.

În vederea unei deserviri cît mai comode a dispozitivelor de frezat, este necesar ca suprafețele care urmează a fi prelucrate să poată fi urmărite cu privirea în timpul lucrului, prinderea și desprinderea pieselor să fie făcute din fața mașinii, iar efortul de strîngere să fie dirijat în aceeași direcție cu efortul de așchiere.

a. Elementele caracteristice ale dispozitivelor pentru mașini de frezat, rabotat și mortezat

La aceste dispozitive, se disting: corpul și elementele de așezare, de strîngere și de ghidare montate pe acesta. Constructiv, elementele de așezare și de strîngere sînt aceleași în majoritatea cazurilor ca la dispozitivele pentru mașini de burghiat; rigiditatea în schimb trebuie să fie mai mare, deoarece în timpul prelucrării se produc eforturi de așchiere mai mari și altfel dirijate.

b. Tipuri de dispozitive pentru prelucrarea pe mașini de frezat, rabotat și mortezat

Dispozitivele universale folosite la prelucrarea pe aceste mașini sînt normalizate, pentru o anumită gamă de mărimi de piese, apte pentru anumite eforturi de așchiere și un maximum de posibilități de orientare în spațiu. Cel mai simplu dispozitiv de acest gen poate fi considerat brida cu șurub, care strînge piesa pe masa mașinii, iar cele mai răspîndite dispozitive de strîngere sînt menghinele de mașină.

Menghinele de mașină fac parte din grupa dispozitivelor universale care permit reglare. Corpul, glisierile, mecanismul de strîngere al menghinelor și majoritatea elementelor sînt standardizate.

Menghinele se clasifică după mai multe criterii:

— după construcția generală, se deosebesc: menghine cu o falcă mobilă, cu autocentrare; cu două fălci mobile, cu fălci libere; cu fălci care se deplasează, în mod reciproc, perpendicular;

— după construcția mecanismului de strîngere, menghinele pot fi: cu șurub; cu excentric; cu excentric și cu amplificarea forței de către pîrghii; pneumatice; mecano-hidraulice; pneumo-hidraulice; hidraulice; cu arcuri; cu strîngere automatizată, de la masa deplasabilă a mașinii;

— după direcția forței aplicată la falca interioară, se deosebesc: menghine cu strângerea piesei prin tragere (sania falcii mobile lucrează la întindere); cu strângerea piesei prin împingere (sania falcii mobile lucrează la compresiune);

— după posibilitățile de orientare, se deosebesc: menghine care se pot sau nu se pot roti.

Tipurile moderne de menghine se execută cu acțiune rapidă, sînt rigide și compacte. Principalele tipuri de menghine folosite sînt:

— menghine acționate manual cu șurub, cu excentric etc.;

— menghine cu acționare mecanizată (pneumatic, hidraulic etc.).

În figura 13.9 sînt reprezentate exemple de menghine acționate manual cu șurub.

Menghina (fig. 13.9, a) este destinată fixării pieselor cilindrice care se sprijină pe fețele în V ale prisme 1, iar prin acționarea roții 2 se vor pune în mișcare de rotație falcile 3 și 4 în jurul axurilor 5 și 6, strîngînd piesa. Această menghină poate fi folosită pentru diferite diametre de arbori, răsucind în acest scop și prisma 1. Piesa reglabilă 7 este folosită drept opritor, pentru poziționarea longitudinală a arborelui prelucrat. Pe masa mașinii, menghina poate fi montată ca în figură sau rotită cu 90° .

Menghina (fig. 13.9, b) servește la frezarea unor suprafețe dispuse sub diferite unghiuri, ea putînd fi rotită atît în jurul unui ax vertical cît și în jurul unui ax orizontal.

Menghina acționată manual cu excentric (fig. 13.10) permite prinderea și desprinderea pieselor mai rapid, mărind în acest fel productivitatea.

c. Scule auxiliare

La mașinile de frezat sculele auxiliare servesc la strîngerea sculelor așchietoare și la fixarea lor direct în arborele principal al mașinii, pe dornuri speciale sau mandrine.

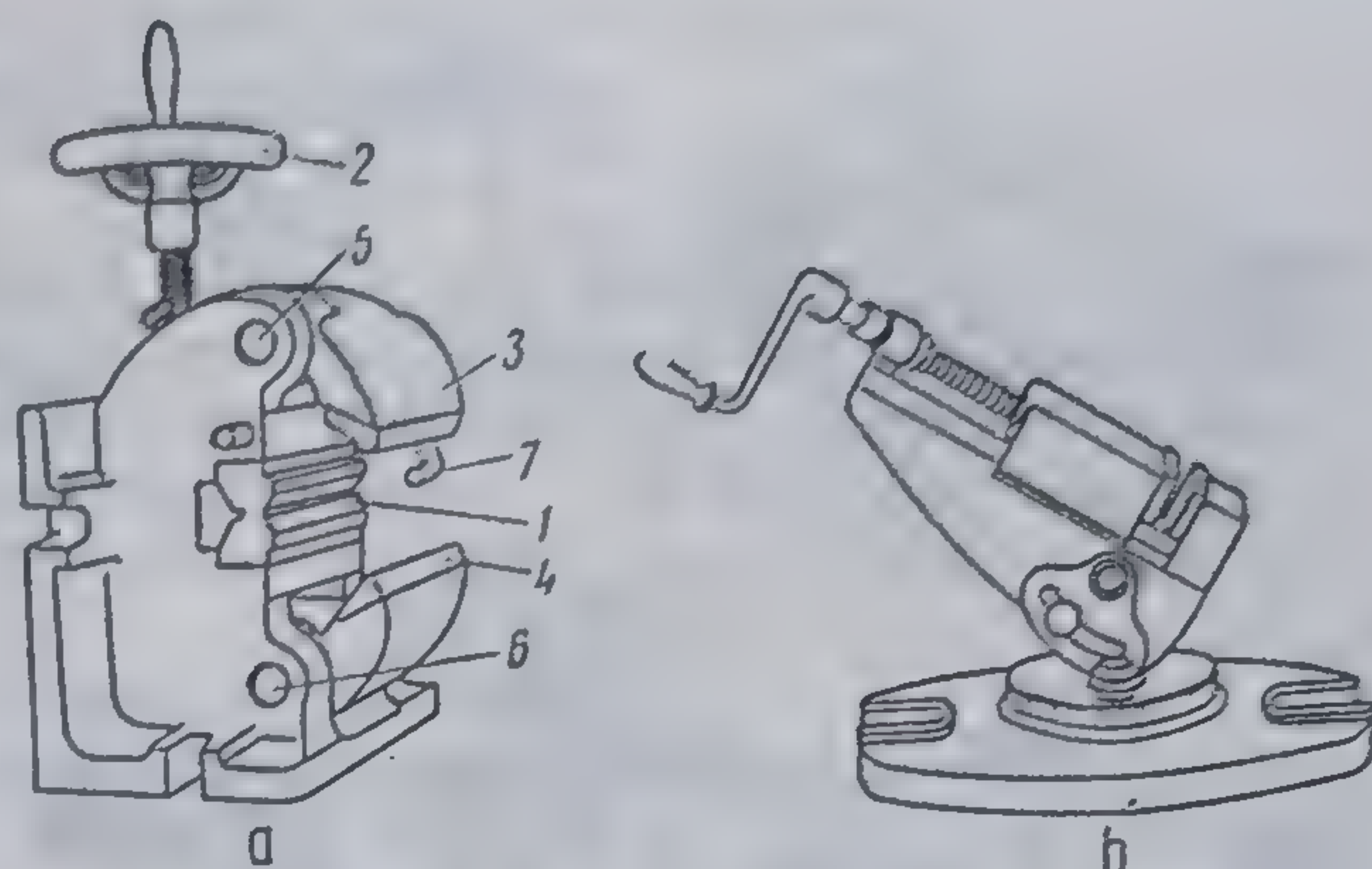


Fig. 13.9. Menghine folosite la prelucrarea pe mașini-unelte.

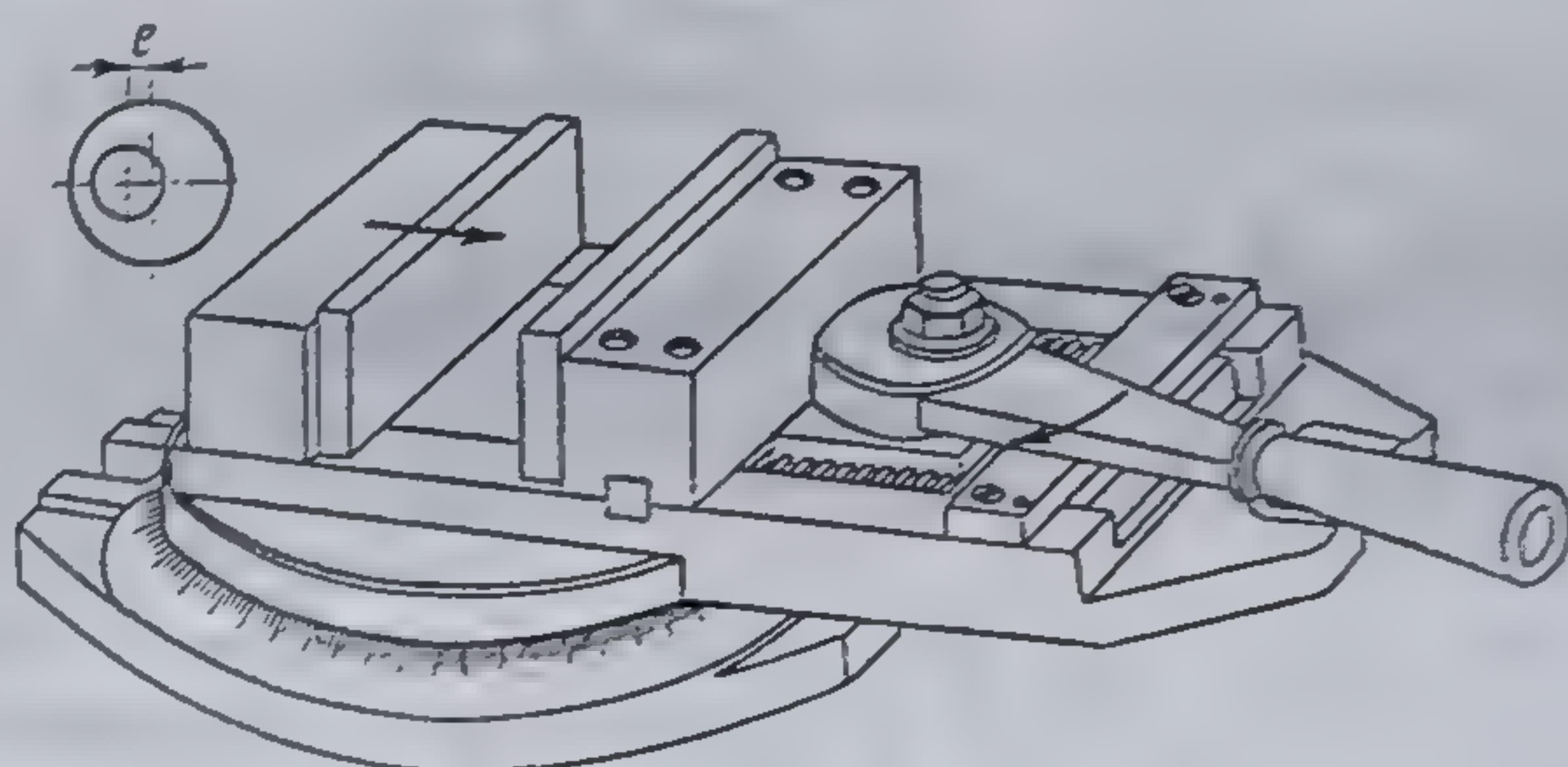


Fig. 13.10. Menghină cu excentric.

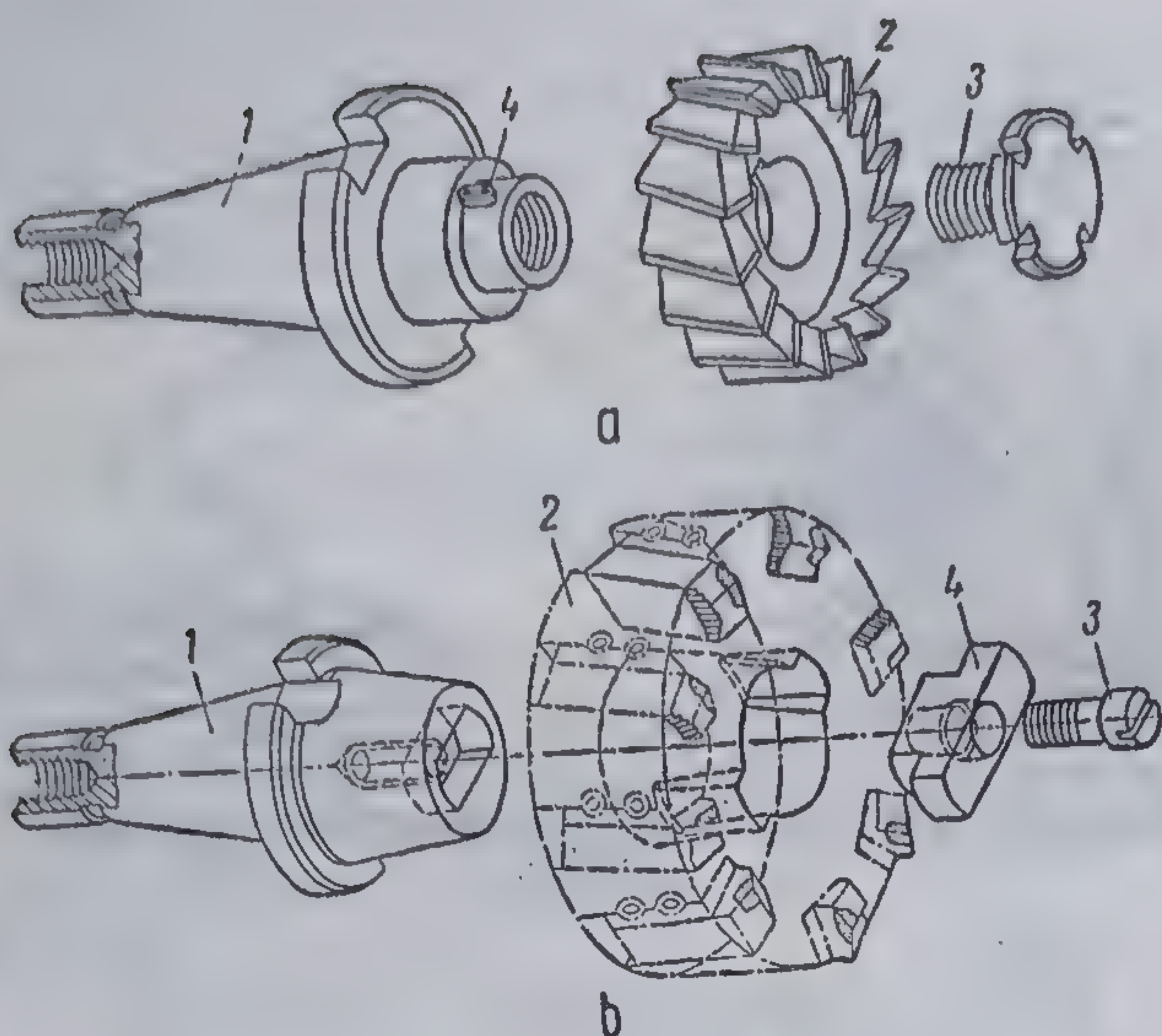


Fig. 13.11. Fixarea frezelor pe dornuri.

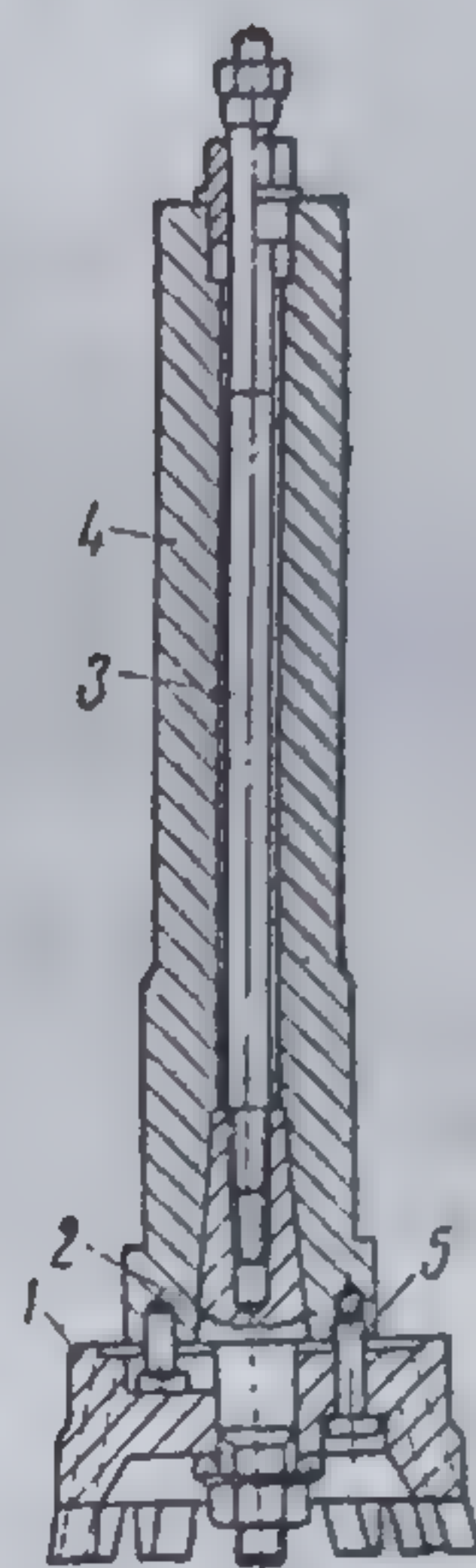


Fig. 13.12. Fixarea sculei la mașina de frezat verticală.

În cazul fixării frezelor pe dornuri cu coadă (fig. 13.11), coada conică 1 a dornului se introduce în alezajul conic al arborelui mașinii. Freza 2 se montează pe partea cilindrică (fig. 13.11, a) sau conică (fig. 13.11, b) a dornului și se strânge cu ajutorul șurubului 3. Mișcarea de rotație se transmite prin intermediul penei 4. La mașinile de frezat verticale, scula se fixează direct, cu ajutorul unui șurub de fixare (fig. 13.12). Freza 1 este montată pe axul 2 în care se înșurubează tija filetată 3. Freza este solidarizată cu arborele principal 4 prin șuruburile de fixare 5.

În figura 13.13 este reprezentat dispozitivul de prindere a frezelor cilindrice. În arborele principal 1 se introduce dornul portsculă 2, rigidizat cu primul prin șurubul de fixare 3 și piulița 4. Pe dornul portsculă sînt montate bușele distanțiere 5, 6 și 7, iar freza 8 este fixată pe ax prin intermediul unei pene. Pentru fixarea poziției frezei în lungul dornului portsculă, se utilizează bușa 9 și piulița 10.

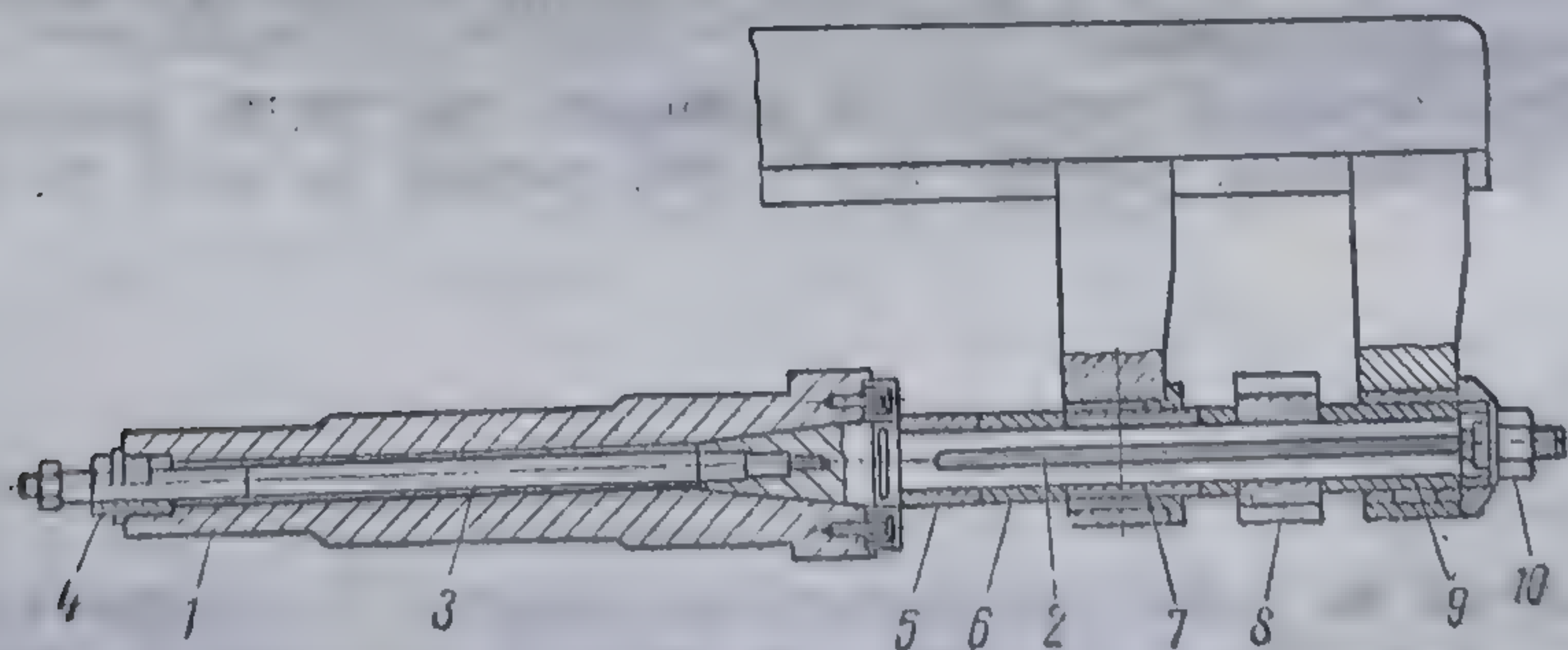


Fig. 13.13. Dispozitiv de prindere a frezelor cilindrice.

3. DISPOZITIVE PENTRU STRUNGURI ȘI MAȘINI DE RECTIFICAT ROTUND

La strunguri și la mașinile de rectificat rotund, piesele care se prelucreează au forma corpurilor de revoluție. De aceea, dispozitivele folosite sînt asemănătoare. În general piesele de prelucrat pe aceste mașini se prind între vîrfuri sau se fixează pe dornuri sau în dispozitive speciale, montate în arborele principal al mașinii fapt pentru care se pot clasifica în:

- dispozitive pentru prelucrat între vîrfuri;
- dispozitive fixate în arborele principal al mașinii-unelte.

a. Dispozitive pentru prelucrat între vîrfuri

La prelucrarea pieselor între vîrfuri sînt necesare următoarele elemente:

- două vîrfuri fixe sau rotative (fig. 13.14), unul fixat în arborele principal al mașinii, iar celălalt în păpușa mobilă;
- dornuri, care servesc la fixarea pieselor cu alezaj;
- antrenorul, cu ajutorul căruia mișcarea de rotație de la arborele principal este transmisă la piesa de prelucrat;
- luneta, folosită în cazul prelucrării pieselor lungi și subțiri care, sub acțiunea forțelor de așchiere și a greutății proprii se pot încovoia.

b. Dispozitive pentru fixarea pieselor de prelucrat montate în arborele principal al mașinii-unelte

Aceste dispozitive se execută în forme foarte variate. Din această grupă fac parte dispozitivele de strunjit și de rectificat rotund universale, numite *universale*. Ele se execută în diferite tipuri constructive, ca: universale cu șurub, cu coroană spirală, cu bușe extensibile acționate manual, pneumatic, hidraulic sau cu motor electric.

După numărul de fălci, universalele pot fi: cu două, cu trei sau cu patru fălci. După forma pieselor care se prelucreează și după modul de strîngere, dispozitivele din această categorie pot fi:

1) *Dispozitive pentru prinderea pieselor cu alezaj*, constituite dintr-un corp sau dorn, fixate în arborele principal al mașinii, pe flanșe sau pe conul arborelui.

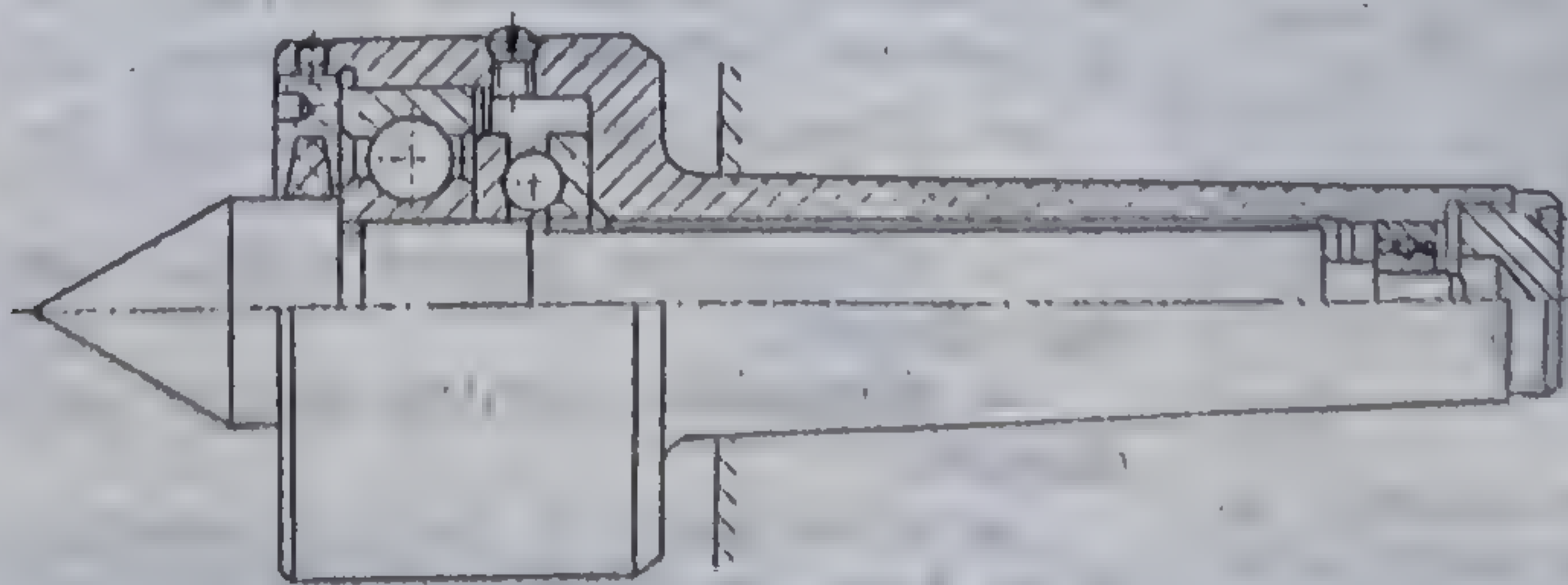


Fig. 13.14. Vîrf rotativ universal, pentru piese cu găuri de centruire.

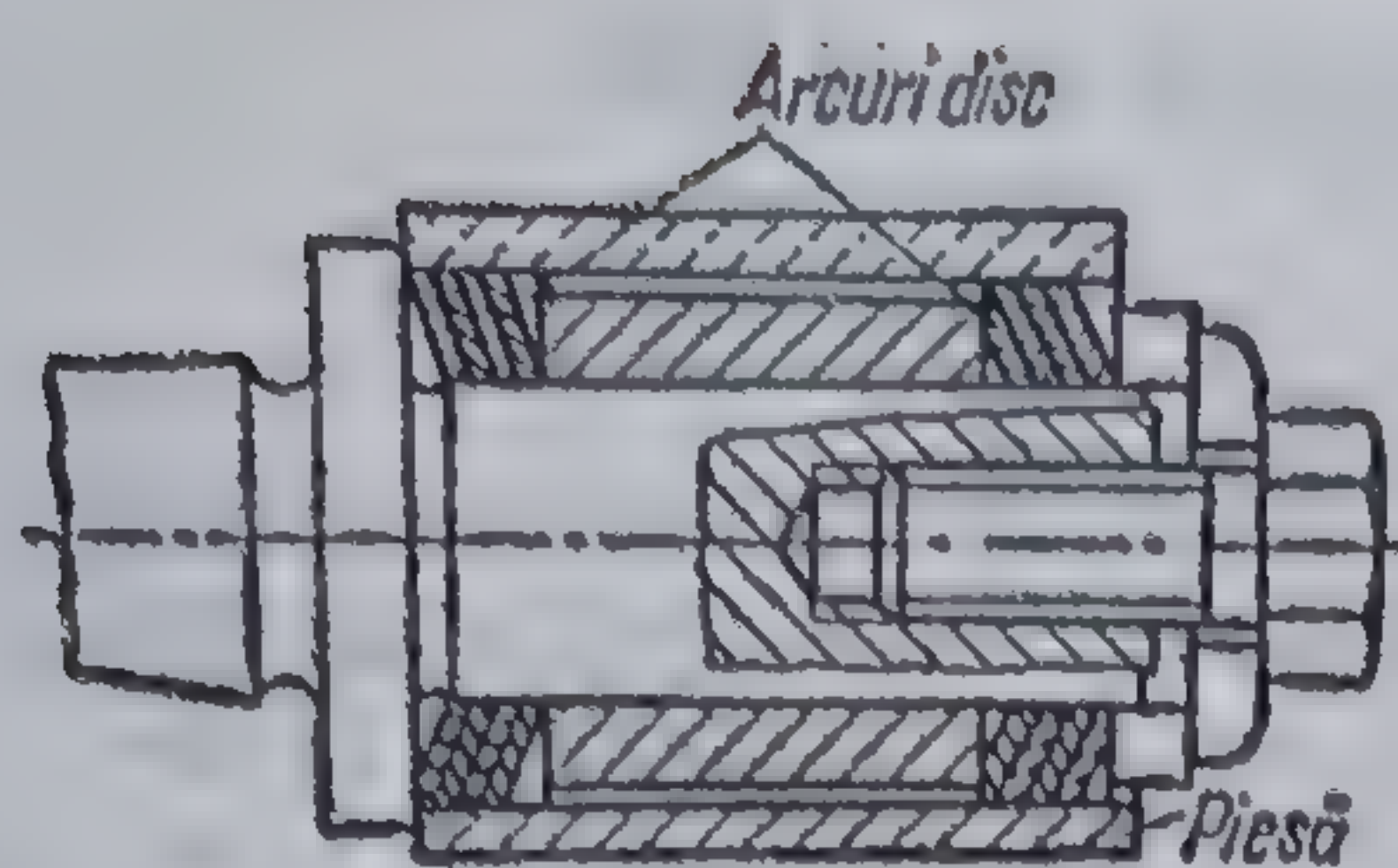


Fig. 13.15. Dispozitiv cu bușă extensibilă pentru strângeri interioare.



Fig. 13.16. Dispozitiv cu arcuri-disc pentru strângeri interioare.

Mecanismul de prindere a piesei pe dispozitiv poate fi: cu bușă extensibilă, cu arcuri-disc sau hidroplăsat.

Dispozitivul de strângere cu bușă extensibilă (fig. 13.15) are ca parte de fixare a piesei un ax conic (conicitate 1 : 10), pe care este prevăzută o bușă extensibilă. Diametrul exterior al bușei extensibile este foarte apropiat de diametrul de fixare al piesei. Prin strângerea unei piulițe, bușă este împinsă pe con, strângând astfel piesa de prelucrat.

Dispozitivul de strângere cu arcuri-disc (fig. 13.16) se bazează pe mărirea diametrului exterior al acestora, atunci când ele sînt presate axial cu un șurub. Arcurile-disc se rectifică asamblate pe dispozitiv.

2) Dispozitivele pentru prinderea pieselor pe suprafața cilindrică exterioară pot avea ca element de strângere bușe extensibile, arcuri-disc, hidroplast etc. În figura 13.17 este reprezentat un dispozitiv cu roată de mîină pentru prinderea pieselor în bușă elastică. Cu ajutorul roții de mîină 1 sînt acționate roțile dințate 2 și 3. Roata 3 se înșurubează pe capătul filetat al bușei elastice 4, trăgînd-o spre interior, realizîndu-se în acest fel strîngerea piesei. Pentru ca efortul depus de lucrător, cu ocazia strîngerii și desfacerii bușei, să fie cît mai mic, s-a montat un rulment axial 5, reducîndu-se frecarea dintre roata dințată 3 și corpul dispozitivului 6.

Bușă elastică poate fi strînsă mecanic, folosindu-se acționarea pneumatică sau hidraulică.

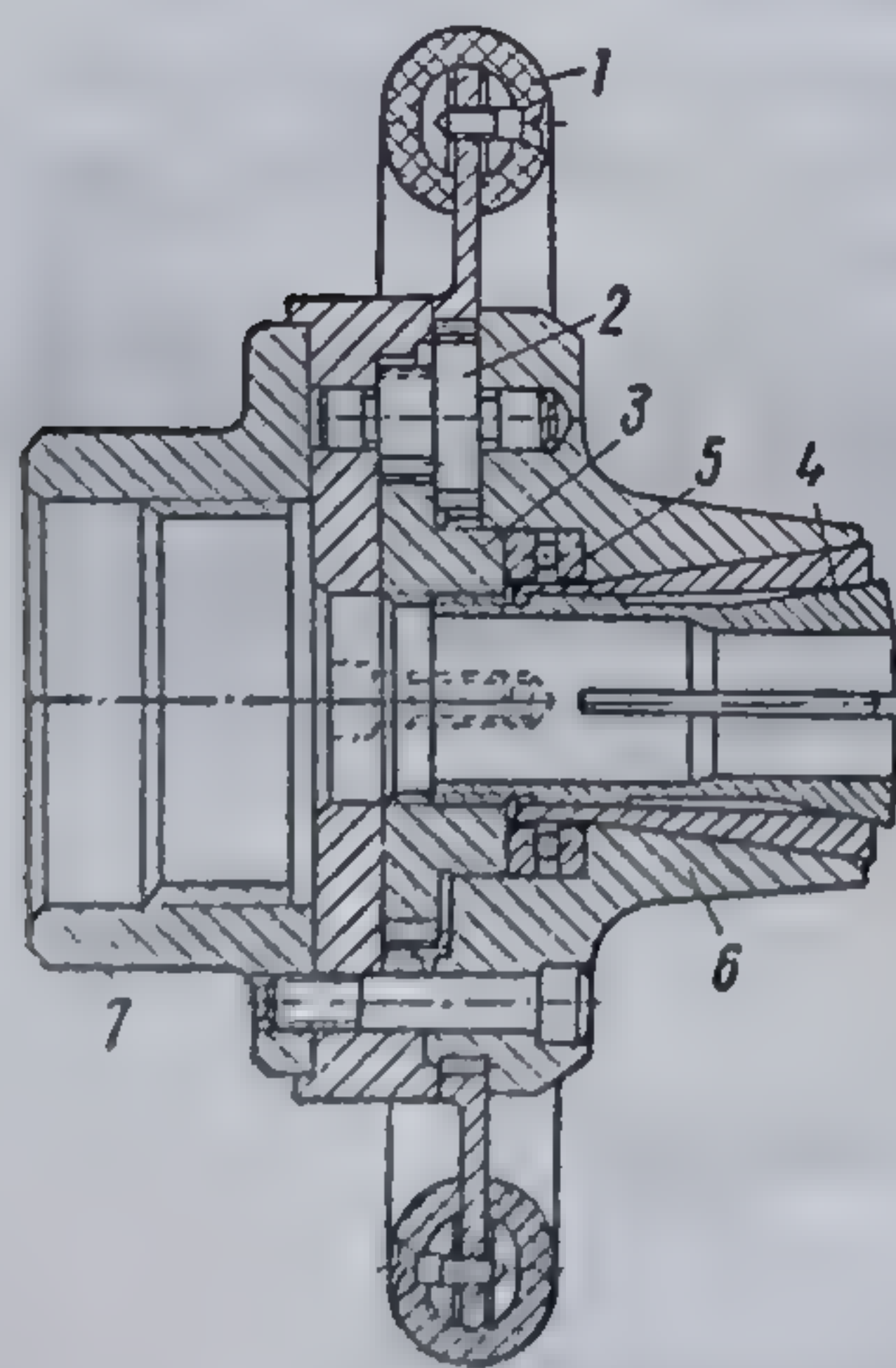


Fig. 13.17. Dispozitiv cu roată de mîină pentru prinderea pieselor cu bușă elastică.

4. DISPOZITIVE PENTRU MAȘINI-UNELTE DE PRELUCRAT DANTURA

Construcția acestor dispozitive depinde de procedeul și precizia de prelucrat și de mașina pe care se realizează prelucrarea. Astfel, pot fi:

- dispozitive pentru mașini de frezat roți dințate;
- dispozitive pentru mașini de mortezat roți dințate;
- dispozitive pentru mașini de rabotat roți dințate.

La orientarea și fixarea semifabricatelor se ia ca bază de orientare alezajul roții și suprafața frontală a butucului sau coroanei. Pentru

centrarea precisă se folosesc dornuri elastice, deformabile. Semifabricatele pot fi strânse cu dispozitive cu șurub sau cu acționare pneumatică, hidraulică etc. Când roțile dințate necesită o precizie mai scăzută sau prelucrarea este preliminară se folosesc dornuri rigide pe care piesele se așază ca un joc mic.

a. Dispozitive de frezat roți dințate

În general, dispozitivele de frezat roți dințate se compun dintr-un dorn central, ghidat în masa mașinii și în consola superioară. În figura 13.18 este reprezentat modul de așezare a două roți dințate pe dispozitiv în vederea prelucrării simultane. Se recomandă ca piesele să se sprijine pe suprafețe cât mai apropiate de locul așchierii, pentru a nu se produce vibrații. În acest scop, între piese s-au montat inelele distanțare 2, de diametru cât mai mare, astfel ca piesele să nu calce pe butucul lor central. Dispozitivul se fixează pe masa mașinii prin șuruburile 1 în T introduse în canalele mesei, iar centrarea lui față de axa mesei mașinii se verifică cu comparatorul cu cadran.

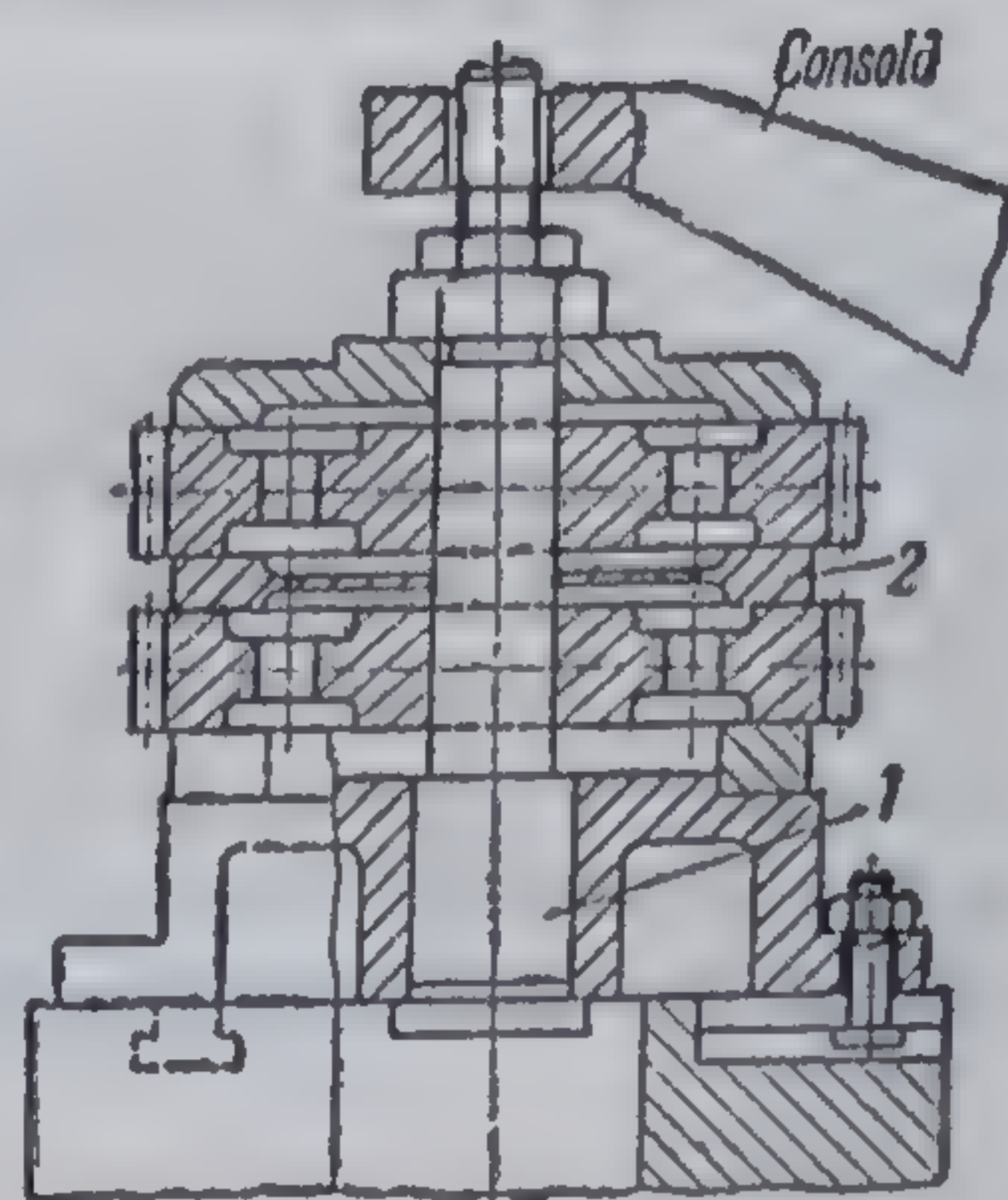


Fig. 13.18. Dispozitiv de frezat simultan două roți dințate.

b. Dispozitive pentru mașini de mortezat roți dințate

Un asemenea dispozitiv este reprezentat în figura 13.19 în care este fixat în vederea mortezării un butuc cu patru danturi. Piesa 2 se sprijină cât mai aproape de locul acțiunii cuțitului roată de mortezat 1. Piesa se centrează pe un dorn 3, care are o coadă conică, ce intră în conul mesei mașinii. Dispozitivul trebuie să permită ieșirea sculei din piesă cu cel puțin 5—6 mm. Centrarea corectă a piesei, față de axa mașinii, se verifică cu comparatorul cu cadran.

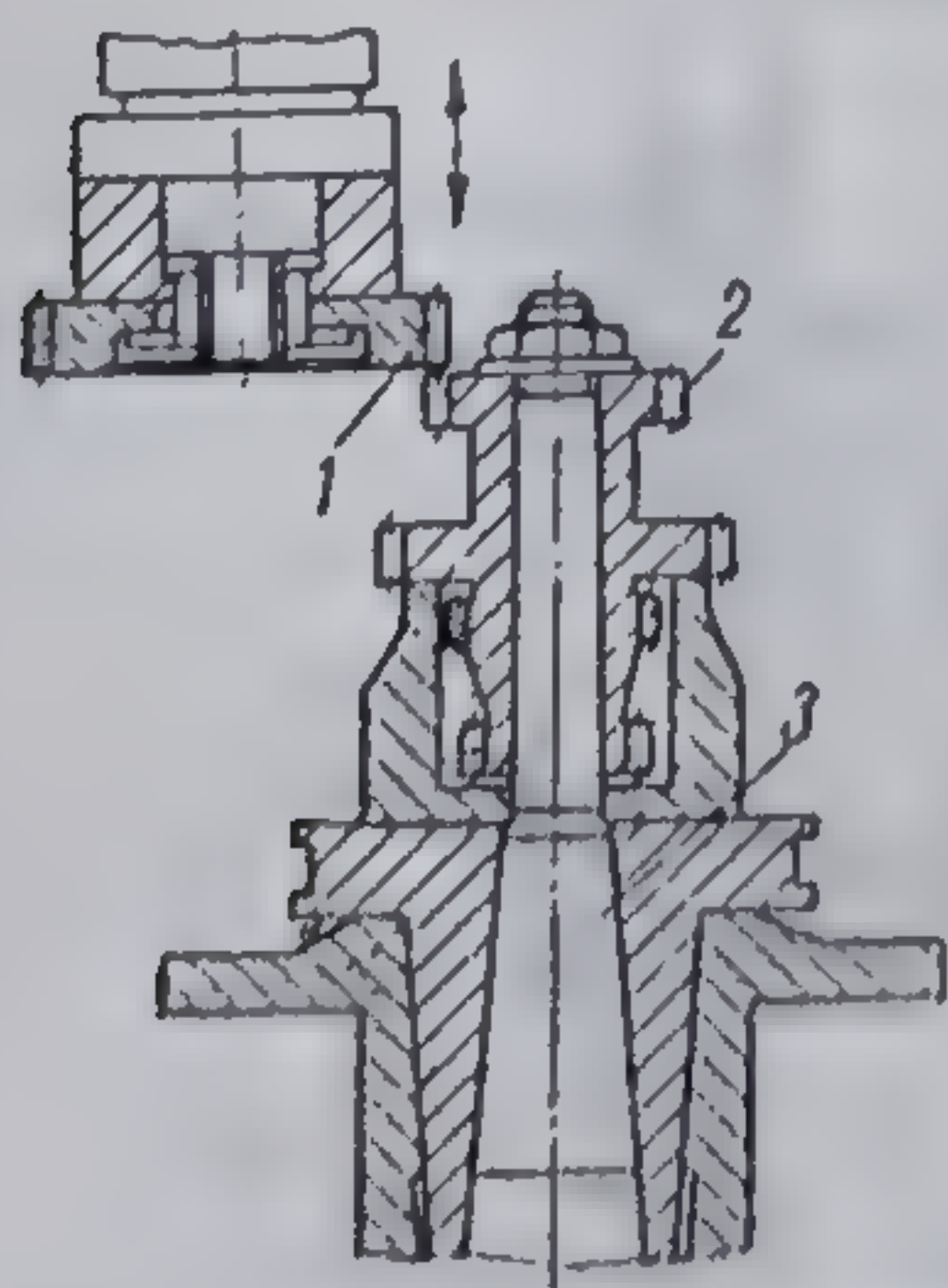


Fig. 13.19. Dispozitiv de mortezat dinți exteriori.

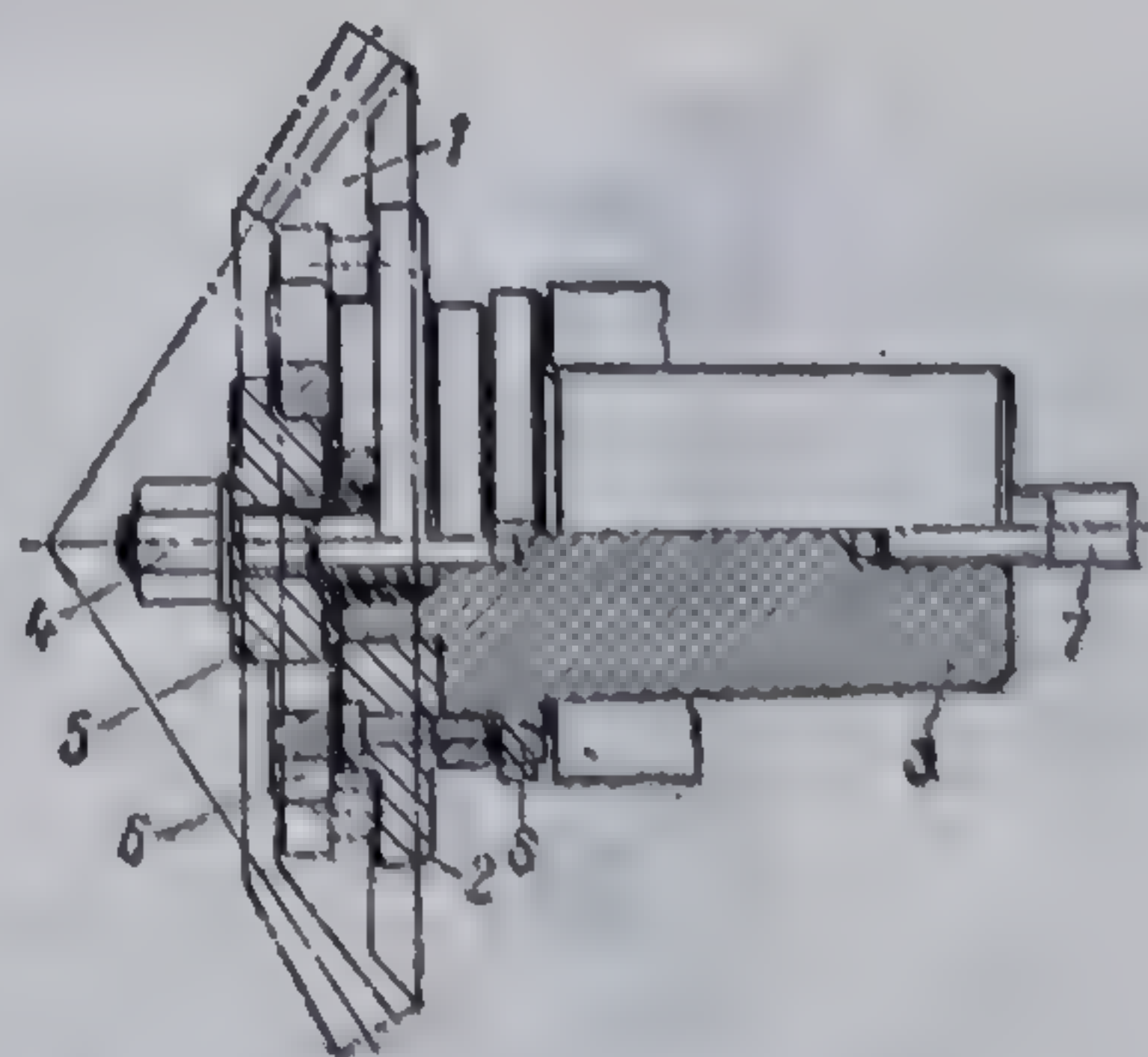


Fig. 13.20. Dispozitiv de rabotat dantura unei roți conice.

c. Dispozitive pentru mașini de rabotat roți dințate

În figura 13.20 este reprezentat un dispozitiv pentru centrarea și strângerea semifabricatelor roților dințate conice pentru mașinile de rabotat dinți. Roata 1 se montează la flanșa schimbătoare 2, de pe dornul cu coada conică 3, montat în arborele mașinii și strâns suplimentar cu tija 7. Piesa se strânge cu piulița 4 și cu discurile 5 și 6. Pentru scoaterea piesei, se rotește discul 5, până când cei trei dinți ai lui intră în golurile discului 6, care se îndepărtează odată cu piesa. Piulița 8 ajută la extragerea dornului conic din arborele mașinii care este fixat prin sistemul clasic cu ajutorul unei tije filetate.

5. DISPOZITIVE PENTRU MAȘINILE DE BROȘAT

În vederea creșterii productivității, la broșare se folosesc dispozitive de așezare și de strângere cu acțiune rapidă și mecanisme pentru aducerea, însoțirea și îndepărtarea broșelor după prelucrarea fiecărei piese (eliminând operațiile manuale).

Pentru broșarea suprafețelor interioare a pieselor care au suprafața de așezare prelucrată și perpendiculară pe axa alezajului, se folosește dispozitivul reprezentat în figura 13.21.

Alezajele pieselor, a căror suprafețe frontale nu sînt prelucrate, deci nu este asigurată perpendicularitatea bazei tehnologice pe axa alezajului, se execută prin broșare folosindu-se un dispozitiv cu reazem sferic (fig. 13.22), pentru a se evita abaterile poziției axei în timpul broșării și ruperea broșei.

Broșele se îmbină cu căruciorul tijei mașinii prin mandrine. Coada broșei se introduce în orificiul mandrinei și se fixează în general cu pană; celălalt capăt al mandrinei se fixează de tija căruciorului prin pană, filet etc.

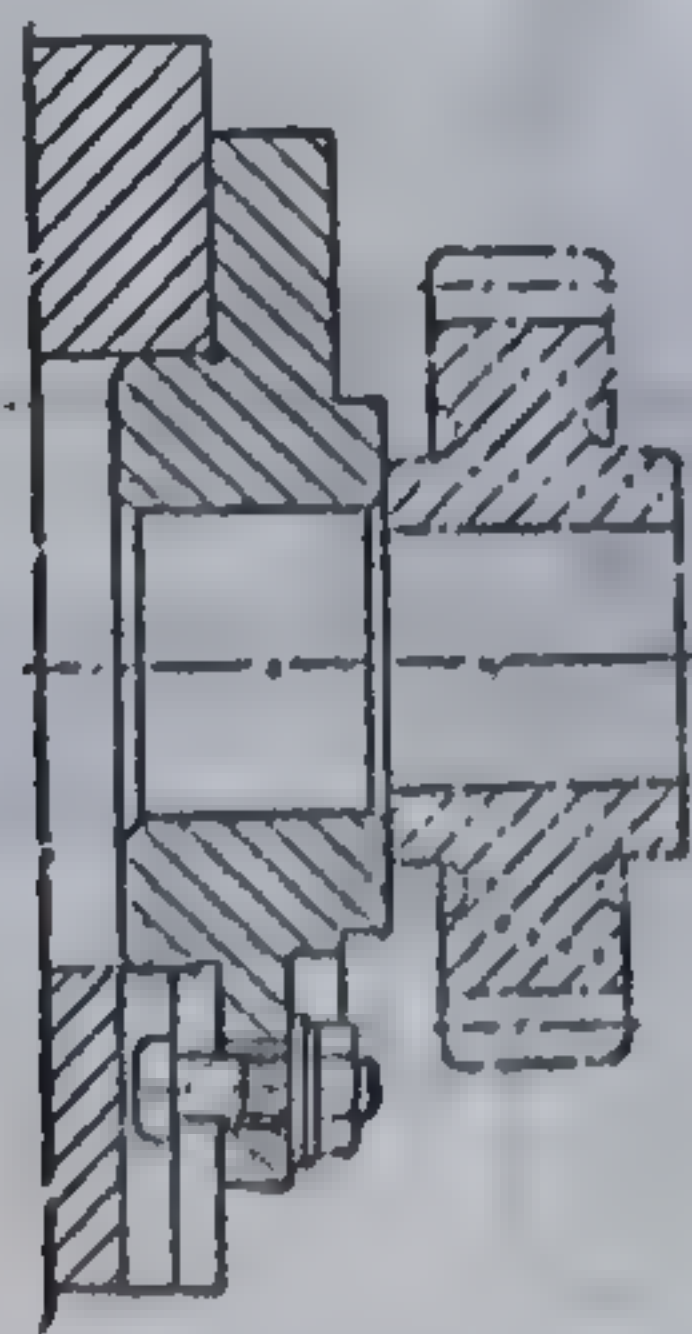


Fig. 13.21. Dispozitiv pentru broșare.

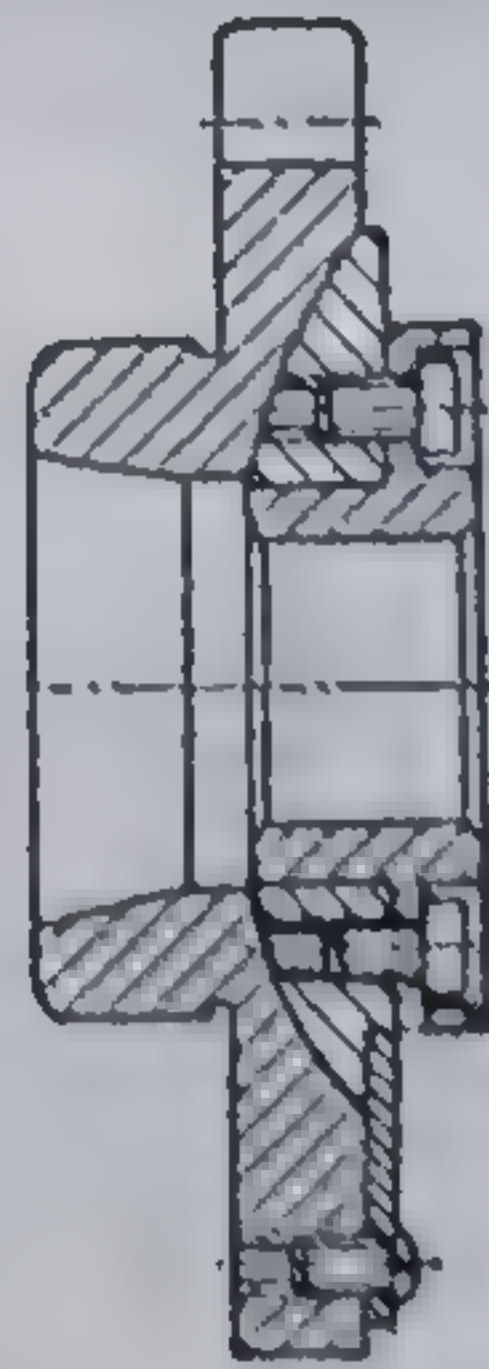


Fig. 13.22. Dispozitiv cu reazem sferic pentru broșarea interioară.

6. DISPOZITIVE PENTRU MONTAJ

Dispozitivele pentru montaj se folosesc pentru așezarea corectă a pieselor în vederea asamblării și fixării subansamblurilor.

După gradul de specializare, aceste dispozitive pot fi universale și speciale.

a. Dispozitive de asamblare universale

Aceste dispozitive se utilizează la producția individuală și de serie mică. Din această categorie fac parte:

- plăcile de așezare, centrare și fixare;
- prisme și colțarele, care servesc la așezarea și fixarea subansamblurilor și a pieselor de bază;
- presele de mână (v. fig. 5.2), mecanice, pneumatice sau hidraulice folosite la executarea unor lucrări auxiliare (fixare, presare, depresare);
- vinciurile, care servesc la centrarea și susținerea unor subansambluri voluminoase.

b. Dispozitive de asamblare speciale

Dispozitivele de asamblare speciale se folosesc mai ales la producția în serie mare și în masă pentru executarea unor operații de asamblare determinate, iar forma lor constructivă depinde de forma subansamblului sau a ansamblului pentru care au fost concepute.

Pentru dispozitivele de asamblare se utilizează aceleași mecanisme de strângere ca și la dispozitivele pentru prelucrarea pe mașinile-unelte. În paralel cu dispozitivele speciale de asamblare se întrebuintează și dispozitive auxiliare, ca: mecanismele de rotire și divizare, fixatoarele, împingătoarele, ridicătoarele.

7. DISPOZITIVE DE CONTROL

Dispozitivele de control se folosesc pentru verificarea semifabricatelor, pieselor și subansamblurilor de mașini. Cu aceste dispozitive se controlează precizia realizării dimensiunilor, poziția reciprocă a suprafețelor, atât la controlul interoperațional, cât și la recepția pieselor finite.

Cu dispozitivele de control trebuie să se realizeze un control dimensional corespunzător necesităților și o mărire a productivității în vederea reducerii substanțiale a timpului rezervat verificării. Elementele principale care compun aceste dispozitive sînt:

- elementul de sprijin al dispozitivului (corp, placă de bază etc.);
- elementul de susținere și de centrare a piesei (prisme, dornuri, vîrfuri etc.);
- elementul de măsurare și de control (aparate universale), de măsurat lungimi etc.;

6. DISPOZITIVE PENTRU MONTAJ

Dispozitivele pentru montaj se folosesc pentru așezarea corectă a pieselor în vederea asamblării și fixării subansamblurilor.

După gradul de specializare, aceste dispozitive pot fi universale și speciale.

a. Dispozitive de asamblare universale

Aceste dispozitive se utilizează la producția individuală și de serie mică. Din această categorie fac parte:

- plăcile de așezare, centrare și fixare;
- prisme și colțarele, care servesc la așezarea și fixarea subansamblurilor și a pieselor de bază;
- presele de mână (v. fig. 5.2), mecanice, pneumatice sau hidraulice folosite la executarea unor lucrări auxiliare (fixare, presare, depresare);
- vinciurile, care servesc la centrarea și susținerea unor subansambluri voluminoase.

b. Dispozitive de asamblare speciale

Dispozitivele de asamblare speciale se folosesc mai ales la producția în serie mare și în masă pentru executarea unor operații de asamblare determinate, iar forma lor constructivă depinde de forma subansamblului sau a ansamblului pentru care au fost concepute.

Pentru dispozitivele de asamblare se utilizează aceleași mecanisme de strângere ca și la dispozitivele pentru prelucrarea pe mașinile-unelte. În paralel cu dispozitivele speciale de asamblare se întrebuintează și dispozitive auxiliare, ca: mecanismele de rotire și divizare, fixatoarele, împingătoarele, ridicătoarele.

7. DISPOZITIVE DE CONTROL

Dispozitivele de control se folosesc pentru verificarea semifabricatelor, pieselor și subansamblurilor de mașini. Cu aceste dispozitive se controlează precizia realizării dimensiunilor, poziția reciprocă a suprafețelor, atât la controlul interoperațional, cât și la recepția pieselor finite.

Cu dispozitivele de control trebuie să se realizeze un control dimensional corespunzător necesităților și o mărire a productivității în vederea reducerii substanțiale a timpului rezervat verificării. Elementele principale care compun aceste dispozitive sînt:

- elementul de sprijin al dispozitivului (corp, placă de bază etc.);
- elementul de susținere și de centrare a piesei (prisme, dornuri, vîrfuri etc.);
- elementul de măsurare și de control (aparate universale), de măsurat lungimi etc.;

— elementul de mișcare și de ghidare, când piesa trebuie să aibă o mișcare relativă față de elementul de măsurare (role, ghidaje, transmisii prin diferite elemente cinematice etc.).

Elementele de măsurare ale dispozitivelor de control se împart în două grupe: limitative și cu citire.

Cele limitative permit împărțirea pieselor în corespunzătoare și necorespunzătoare. Piese necorespunzătoare pot fi remediabile sau rebutate.

Ca elemente limitative se pot menționa calibrele iar ca mijloace de măsurare cu citire se menționează aparatele cu riglă gradată și vernier, cu șurub micrometric, comparatoarele etc.

VERIFICAREA CUNOȘTINȚELOR

1. Să se arate care sînt elementele caracteristice ale dispozitivelor pentru prelucrarea găurilor și variantele constructive ale acestor dispozitive în funcție de configurația piesei.
2. Avînd în vedere că prelucrarea găurilor este practică în toate atelierele școlare instruire practică, să se conceapă un dispozitiv destinat executării unei piese din producția școlară, pornindu-se de la schemele de orientare și fixare.
3. Să se precizeze ce sînt capetele de găurit multiax, ce tipuri constructive se cunosc și în ce cazuri se justifică folosirea lor.
4. Să se arate modul de orientare și fixare a pieselor în vederea prelucrării prin frezare, rabotare și mortezare, în funcție de forma piesei și mărimea lotului.
5. Să se arate modul în care se pot fixa piesele și dispozitivele în vederea prelucrării prin strunjire și rectificare rotundă, în funcție de forma piesei, mărimea lotului, felul prelucrării.
6. Prin ce trebuie să se caracterizeze dispozitivele folosite la mașinile-unelte de prelucrat dantura și de câte feluri sînt aceste dispozitive?
7. Să se conceapă un dispozitiv pentru controlul unei piese de tip arbore cu minimum două trepte, folosindu-se ca elemente de măsurare aparatele comparatoare.

CAPITOLUL 14

PRELUCRAREA SUPRAFEȚELOR DE REVOLUȚIE EXTERIOARE

În construcția de mașini piesele care conțin suprafețe de revoluție au o pondere însemnată. Cele mai caracteristice piese sînt arborii, al căror rol funcțional este de a transmite un moment de răsucire de-a lungul axei și de a susține diverse organe de mașini.

După forma secțiunii, arborii pot fi: cu secțiune circulară, inelară, profilați, canelați, iar după felul axei geometrice dreپți și cotiți.

Tehnologia de prelucrare a arborilor depinde de forma lor, de dimensiunile și materialele din care se execută și comportă în general prelucrări de degroșare, semifinisare, finisare, netezire etc.

Operațiile de prelucrare a suprafețelor cilindrice exterioare se execută frecvent pe mașini de tipul strungurilor, mașini de rectificat rotund și mai rar pe mașini de frezat, prin broșare etc.

1. CRITERII PRIVIND TEHNOLOGIA DE PRELUCRARE A ARBORILOR

Procedeele tehnologice aplicate la execuția arborilor trebuie să îndeplinească condițiile impuse de tehnologia construcțiilor de mașini. Acestea se referă la procesul de prelucrare propriu-zis, caracterizat prin mijloacele cu care se efectuează și timpul de lucru, precum și forma de organizare a producției, cu indicii de folosire a mijloacelor de bază. Alegerea procedului de prelucrare este determinată de calitatea materialului și de modul de obținere a semifabricatelor (lamine, forjate, matrițate, turnate etc.). Pentru arborii la care nu se pun condiții de calitate se pot folosi semifabricate laminate. La arborii de dimensiuni mari sau la care se cere să aibă proprietăți fizico-mecanice superioare, trebuie ca semifabricatele să se obțină prin forjare sau matrițare.

Arborii fiind supuși în exploatare, mai ales la solicitări de oboseală, la uzură și coroziune, trebuie ca suprafețele active să se prelucereze la un grad ridicat de netezime, corelat cu condițiile de asamblare și funcționare.

2. OPERAȚII PREGĂTITOARE LA EXECUTAREA ARBORILOR DREPTI

Operațiile pregătitoare, aplicate arborilor, în vederea prelucrării ulterioare a lor sînt: debitarea, îndreptarea, prelucrarea suprafețelor frontale și centruirea.

Operația de *debitare* a semifabricatelor are loc îndeosebi la prelucrarea arborilor rectilinii din laminate. Adaosurile de prelucrare la capete trebuie să nu fie mai mari decît adîncimea găurilor de centrare (cînd semifabricatele se prind între vîrfuri). Operația de debitare se poate executa pe mașini de debitat cu freze disc, cu ghilotină, fierăstraie, la strunguri amenajate special pentru debitare, prin procedee anodomecanice, uneori cu flacără oxiacetilenică sau cu jet de plasmă etc. Oricare ar fi procedeul aplicat trebuie să se asigure poziția corectă a suprafeței frontale și calitatea acesteia.

În scopul eliminării deformațiilor semifabricatelor se execută îndreptarea la cald sau la rece, în funcție de materialul și dimensiunea arborilor. La producția în serie mare și în masă se recomandă să se folosească mașini speciale de îndreptat. Semifabricatele forjate și matrițate se îndreaptă la presele mecanice sau hidraulice.

Prelucrarea suprafețelor frontale a arborilor are o importanță deosebită privind precizia de prelucrare a acestora. Astfel, înclinarea suprafeței frontale, necoincidența dintre axa piesei cu a sculei, face ca gura de centrare să fie deplasată sau deformată (fig. 14.1). Chiar dacă nu se deplasează scula de centrare, din cauza înclinării suprafeței frontale, gaura de centrare va avea o formă eliptică (fig. 14.2), ceea ce va atrage după sine o fixare și o centrare necorespunzătoare.

În cazul unei producții de serie mică și în lipsa unor mașini speciale, prelucrarea frontală se face la strunguri obișnuite prin fixarea piesei în universal. Pentru prelucrarea frontală se recomandă ca arborii să fie grupați în așa fel încît să se poată folosi utilaje de mare productivitate,

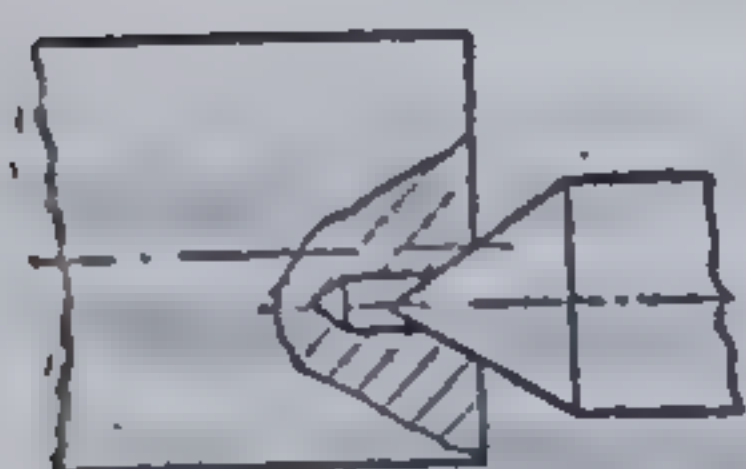


Fig. 14.1. Deplasarea găurii de centrare.

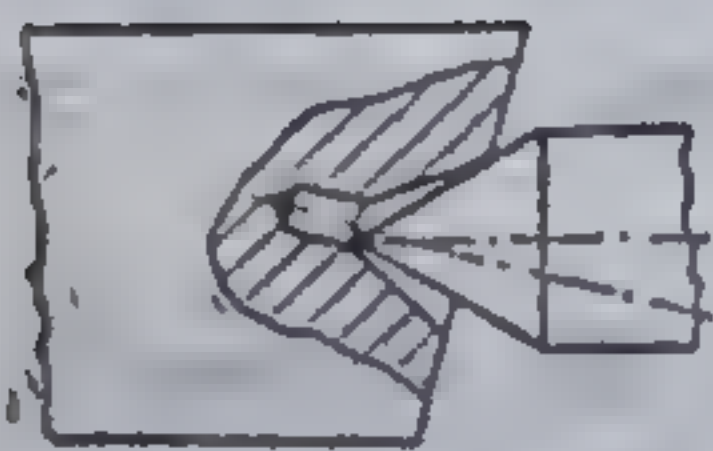


Fig. 14.2. Forma eliptică a găurii de centrare.

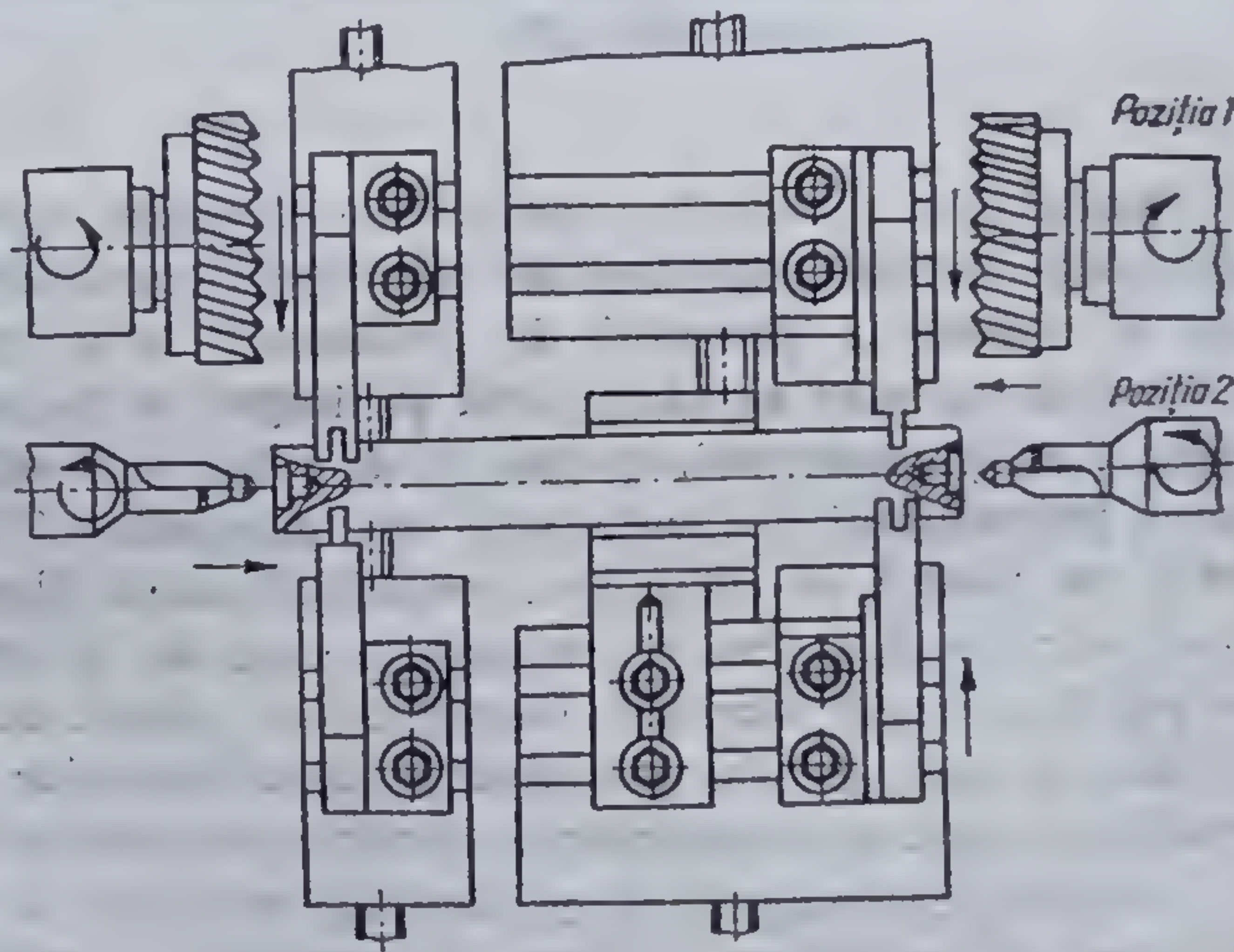


Fig. 14.3. Schema de lucru a unei mașini de prelucrat suprafețe frontale și găuri de centrare.

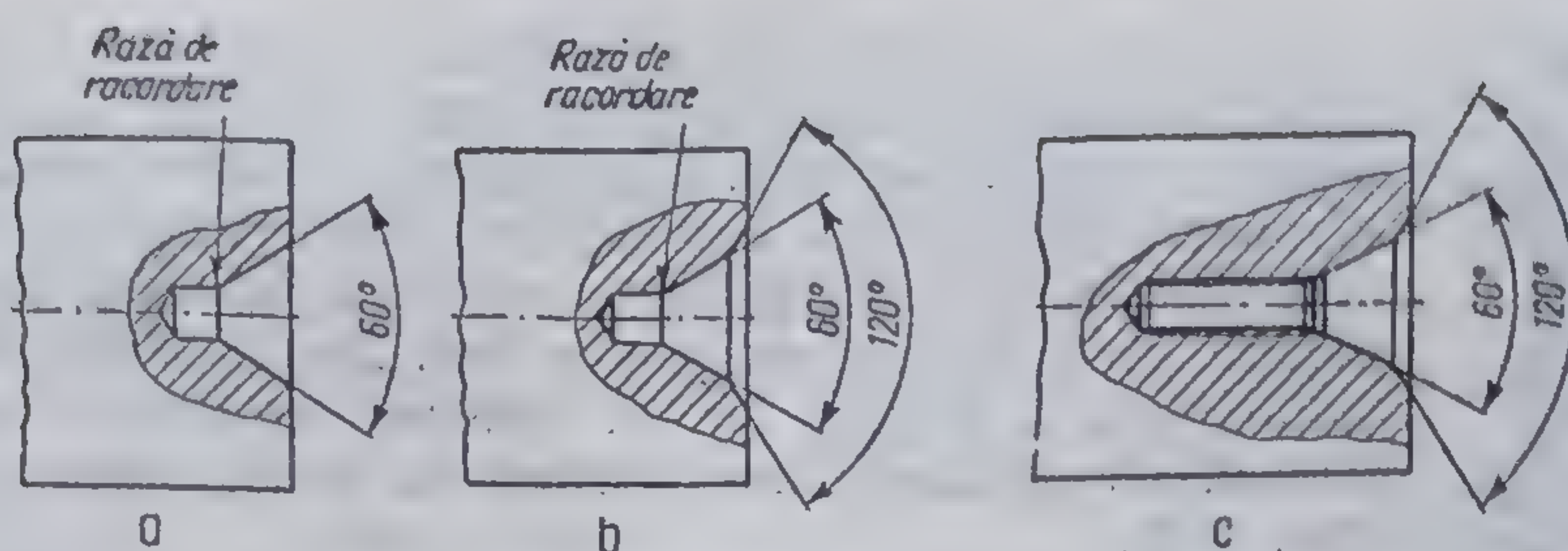


Fig. 14.4. Găuri de centrare:

a — fără con de protecție; b — cu con de protecție; c — cu partea cilindrică filetată.

efectuându-se la aceeași fixare și prelucrarea frontală și centruierea. În figura 14.3 este reprezentată schema de lucru a unei mașini de prelucrat suprafețe frontale și găuri de centrare a arborilor în cazul producției în serie mare. Semifabricatul se fixează în dispozitiv; se execută în primul rând operația de prelucrare simultană a ambelor suprafețe frontale prin frezare (poz. 1), după care semifabricatul trece în poziția a 2-a, la care se execută operația de prelucrare a găurii de centrare (centruierea).

Operația de centruiere are o deosebită importanță, deoarece găurile de centrare sînt folosite ca baze tehnologice pentru operațiile de prelucrare. Mai mult chiar, aceste găuri se folosesc ca baze tehnologice și mai tîrziu, cînd arborii intră în reparații. De aceea, este necesar ca centruierea să se execute cu foarte multă grijă și precizie, asigurîndu-se în acest fel o fixare cu erori neglijabile. Forma găurilor de centrare este reprezentată în figura 14.4, a, b, c. Unghiul conului are valori de 60° pentru găuri de centrare normale și, în mod excepțional, pentru piesele foarte grele este de 90° . Pentru o mai bună protejare a suprafeței de centrare partea cilindrică a găurii se filetează, iar după terminarea prelucrării arborelui se înșurubează un dop (fig. 14.4, c).

La producția de unicate sau de serie mică, pentru arborii cu diametru pînă la 150 mm, operația de centruiere se execută pe strunguri sau pe mașini de găurit. La arborii cu diametre mai mari, operația de centruiere se execută cu mașina de găurit portabilă după o trasare prealabilă. În cazul producției în serie mare și în masă, centruierea se execută pe mașini de construcție specială.

3. STRUNJIREA DE DEGROȘARE A ARBORILOR DREPTI (NETEZI ȘI ÎN TREPTE)

La strunjirea de degroșare se îndepărtează cea mai mare parte a adaosului de prelucrare. De aceea, este necesar ca regimul de așchiere să fie ales judicios, ținîndu-se seama, în primul rînd, de puterea mașinii-unelte.

Arborii se încadrează în categoria pieselor lungi și în general subțiri, care se pot deforma în timpul prelucrării. În vederea executării lor se vor folosi dispozitive pentru fixare, care să suprimă sau să reducă deformările și vibrațiile.

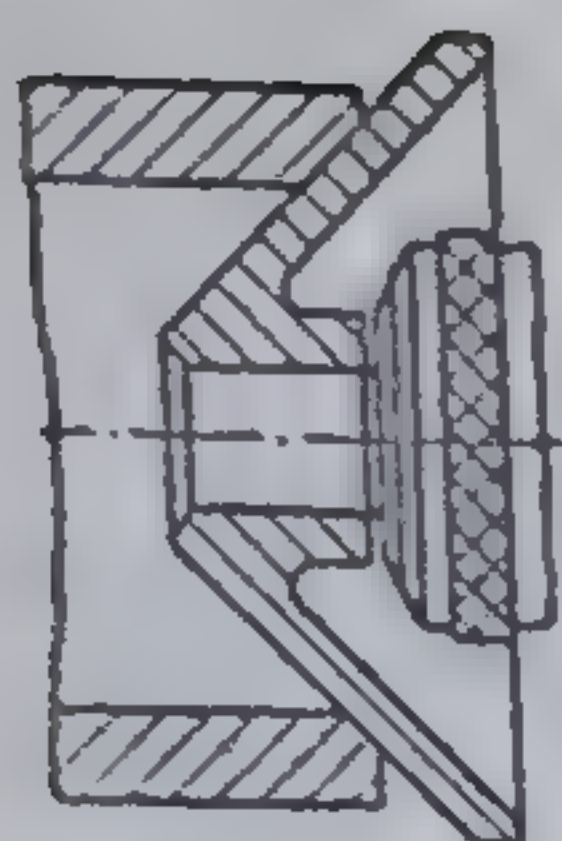


Fig. 14.5. Vîrf de construcție specială pentru arbori tubulari.

În cazul strunjirii arborilor lungi cu secțiune constantă pentru rezemare, se folosesc lunete mobile, așezate pe ghidajele mașinii-unelte. Cînd raportul dintre lungimea și diametrul piesei $l/d > 12$ și cînd sistemul tehnologic piesă-mașină-unealtă-sculă nu este suficient de rigid, se recomandă să se folosească lunete fixe. Dacă arborii au secțiune inelară, fixarea lor, în vederea prelucrării, se realizează cu ajutorul unor vîrfuri de construcție specială (fig. 14.5).

Cuțitele pentru degroșare (fig. 14.6) se caracterizează prin robustețe; ele pot fi cu sau fără plăcuță din carburi metalice. Din punctul de vedere al formei, cuțitele pentru degroșare pot fi drepte, încovoiate sau cotite, pe dreapta D sau pe stînga S . Cuțitele încovoiate prezintă avantajul că permit prelucrarea în apropierea băturilor universalului.

Geometria sculei așchietoare va fi aleasă în funcție de rigiditatea sistemului tehnologic. În cazul unei rigidități mari a sistemului tehnologic, pentru mărirea durabilității cuțitului, valoarea unghiului de atac principal α se va lua mai mică ($\approx 45^\circ$). Dacă rigiditatea sistemului este redusă, pentru evitarea vibrațiilor, valoarea unghiului de atac principal va avea valori de 60 sau chiar de 90° . Ceilalți parametri geometrici se vor alege în funcție de caracteristicile materialului sculei și ale arborelui care se prelucurează.

a. Elementele regimului de așchiere

Alegerea regimului de așchiere la strunjire constă în stabilirea valorilor potrivite pentru cele trei elemente ale acestuia: avansul s , adîncimea de așchiere t și viteza de așchiere v și reglarea mașinii în mod corespunzător.

Avansul. Necesitatea de a se executa piesele într-un timp scurt, impune să se lucreze cu avansuri mari. Acest lucru este împiedicat uneori de rigiditatea scăzută a piesei, a sculei sau chiar a mașinii, de condițiile de calitate a suprafețelor și de precizia dimensională care necesită regimuri de așchiere ușoare. Pe de altă parte, necesitatea de a se obține suprafețe de înaltă calitate impune ca avansul să aibă valori mici. Avansul trebuie ales în așa fel încît să satisfacă aceste două tendințe contradictorii.

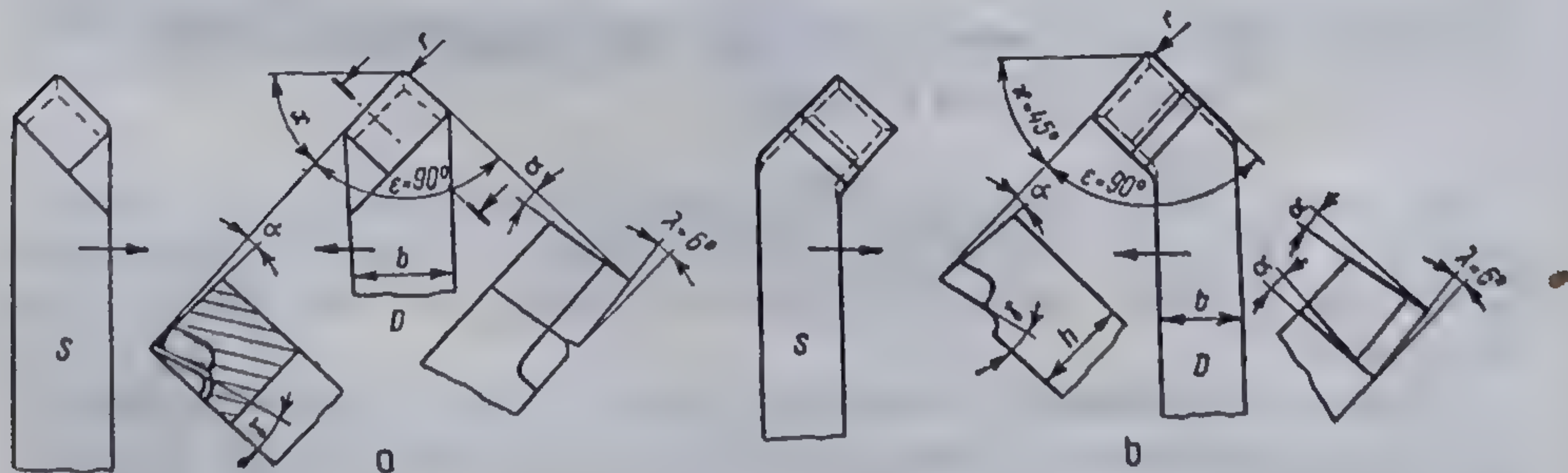


Fig. 14.6. Cuțite pentru degroșare:
a — drepte; b — încovoiate.

Tabelul 14.1

Avansuri medii recomandate pentru operații de strunjire de degroșare, cu cuțite din oțeluri speciale de scule și din carburi metalice

Diametrul piesei D în mm	Adâncimea de așchiere t în mm			
	până la 5	5—8	8—12	12—30
	Avansul s, în mm/rot.			
10—18	până la 0,25	—	—	—
18—30	0,2—0,5	—	—	—
30—50	0,4—0,8	0,3—0,6	—	—
50—80	0,6—1,2	0,5—1,0	—	—
80—120	1,0—1,6	0,7—1,3	0,5—1,0	—
120—180	1,4—2,0	1,1—1,8	0,8—1,5	—
180—260	1,8—2,6	1,5—2,0	1,1—2,0	1,0—1,5
260—360	2,0—3,2	1,8—2,8	1,5—2,5	1,3—2,0
peste 360	—	2,8—3,5	2,0—3,0	1,5—2,5

Pentru strunjirea de degroșare se recomandă să se folosească valorile date în tabelul 14.1. Se observă că odată cu creșterea diametrului piesei se măresc și avansurile, dar pentru același diametru al piesei, acestea sînt cu atît mai mici cu cît se mărește adîncimea de așchiere.

Adîncimea de așchiere este determinată de mărimea avansului de prelucrare. Dacă rigiditatea ansamblului piesă-sculă-mașină și puterea motorului de antrenare permit, se recomandă ca degroșarea să se execute dintr-o singură trecere. Adîncimea de așchiere este dată de relația:

$$l = \frac{d_0 - d}{2} \text{ [mm]}, \quad (14.1)$$

în care:

d_0 este diametrul inițial;

d — diametrul după prelucrare.

Viteza de așchiere este parametrul cel mai important al regimului de așchiere, deoarece condiționează productivitatea, durabilitatea sculei și costul pieselor care se prelucurează. Productivitatea crește proporțional cu viteza de așchiere. Durabilitatea este în raport invers proporțional cu viteza. Costul este strîns legat atît de productivitate cît și de durabilitate, întrucît prelucrarea cu viteze mari de așchiere conduce la micșorarea durabilității și aceasta determină în ultimă instanță reducerea productivității. Viteza de așchiere principală se poate stabili prin calcul sau se poate alege din tabele. În tabelul 14.2 se dau valori orientative ale vitezelor de așchiere.

b. Procedee de prelucrare prin strunjire de degroșare a arborilor netezi și în trepte

La strunjirea de degroșare a arborilor netezi pentru o mai mare productivitate, se poate lucra cu mai multe cuțite, prin divizarea lungimii sau adîncimii de așchiere. Dacă adaosul de prelucrare este mic, astfel ca degroșarea să se execute dintr-o singură trecere, se recomandă divizarea lungimii (fig. 14.7), iar dacă adaosul este mare, se recomandă divizarea

Tabelul 14.2

Valori orientative pentru viteze de aşchiere v în funcţie
de adâncimea de aşchiere t şi de mărimea avansului s la strunjire

Materiialul		Adâncimea de aşchi- ere t în mm	Viteza de aşchiere v , în m/min, pentru avansul s , în mm/rot				
			0,1	0,2	0,4	0,6	1
Oţel- carbon	Moale $\sigma_r = 40 \dots 50 \text{ daN/mm}^2$	0,5	208	170	—	—	—
		1,0	171	140	106	83	—
		3,0	126	103	78	61	45
		6,0	110	84	64	50	37
	Mediu $\sigma_r = 50 \dots 70 \text{ daN/mm}^2$	0,5	136	111	—	—	—
		1,0	112	91	69	54	—
		3,0	83	67	51	40	29
		6,0	69	55	42	33	24
	Dur $\sigma_r = 70 \dots 90 \text{ daN/mm}^2$	0,5	80	65	—	—	—
		1,0	66	53	41	32	—
		3,0	48	39	30	23	17
		6,0	40	32	27	19	14
Fontă cenuşie	Moale HB=150 ... 160 HB	0,5	77	67	—	—	—
		1,0	67	58	47	40	—
		3,0	53	46	38	32	26
		6,0	47	41	33	28	23
	Medie HB=160 ... 200 HB	0,5	55	52	—	—	—
		1,0	52	45	37	31	—
		3,0	42	36	30	25	20
		6,0	36	32	36	22	17
	Dură HB=200 ... 220 HB	0,5	46	40	—	—	—
		1,0	40	32	28	25	—
		3,0	32	28	22	19	16
		6,0	28	24	20	17	14
Bronz	Moale $\sigma_r = 30 \text{ daN/mm}^2$	0,5	262	214	—	—	—
		1,0	212	162	114	90	—
		3,0	138	105	74	58	43
		6,0	104	79	56	44	32
	Dur $\sigma_r = 30 \text{ daN/mm}^2$	0,5	214	162	—	—	—
		1,0	162	123	87	68	—
		3,0	105	79	56	44	32
		6,0	79	60	42	33	24
Alamă	Moale $\sigma_r = 22 \dots 26 \text{ daN/mm}^2$	0,5	423	320	—	—	—
		1,0	320	243	172	134	—
		3,0	207	157	111	87	64
		6,0	156	119	84	66	48
	Dură $\sigma_r = 36 \dots 48 \text{ daN/mm}^2$	0,5	329	249	—	—	—
		1,0	249	189	133	105	—
		3,0	161	122	86	67	50
		6,0	122	92	122	51	38
Aluminiu	Moale 60—80 HB	0,5	961	728	—	—	—
		1,0	728	552	390	306	—
		3,0	470	356	252	197	145
		6,0	355	269	190	190	110
	Dur 80—100 HB	0,5	778	589	—	—	—
		1,0	589	447	315	247	—
		3,0	380	288	203	159	117
		6,0	287	218	154	121	89

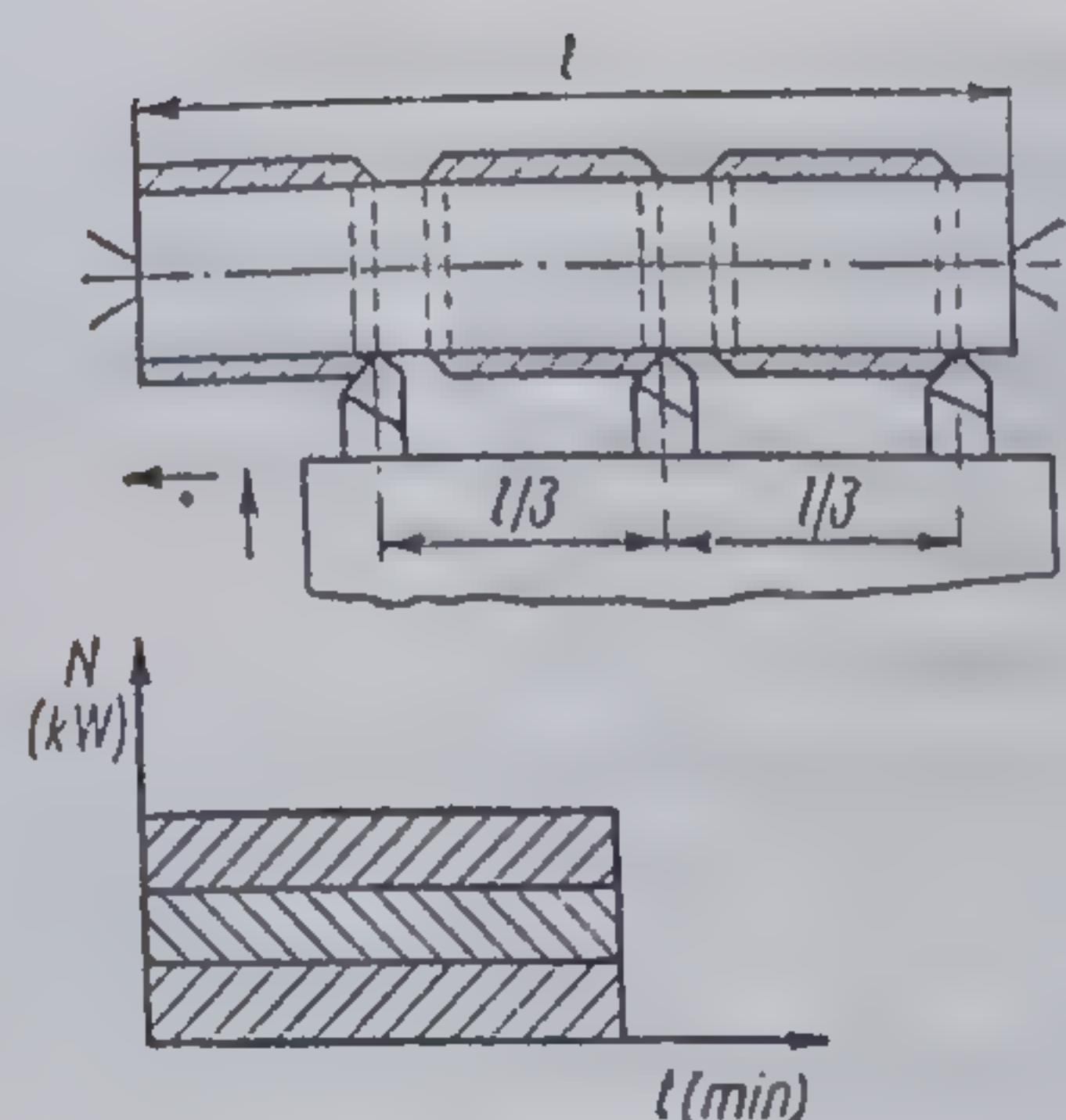


Fig. 14.7. Divizarea în lungime a adaosului de prelucrare.

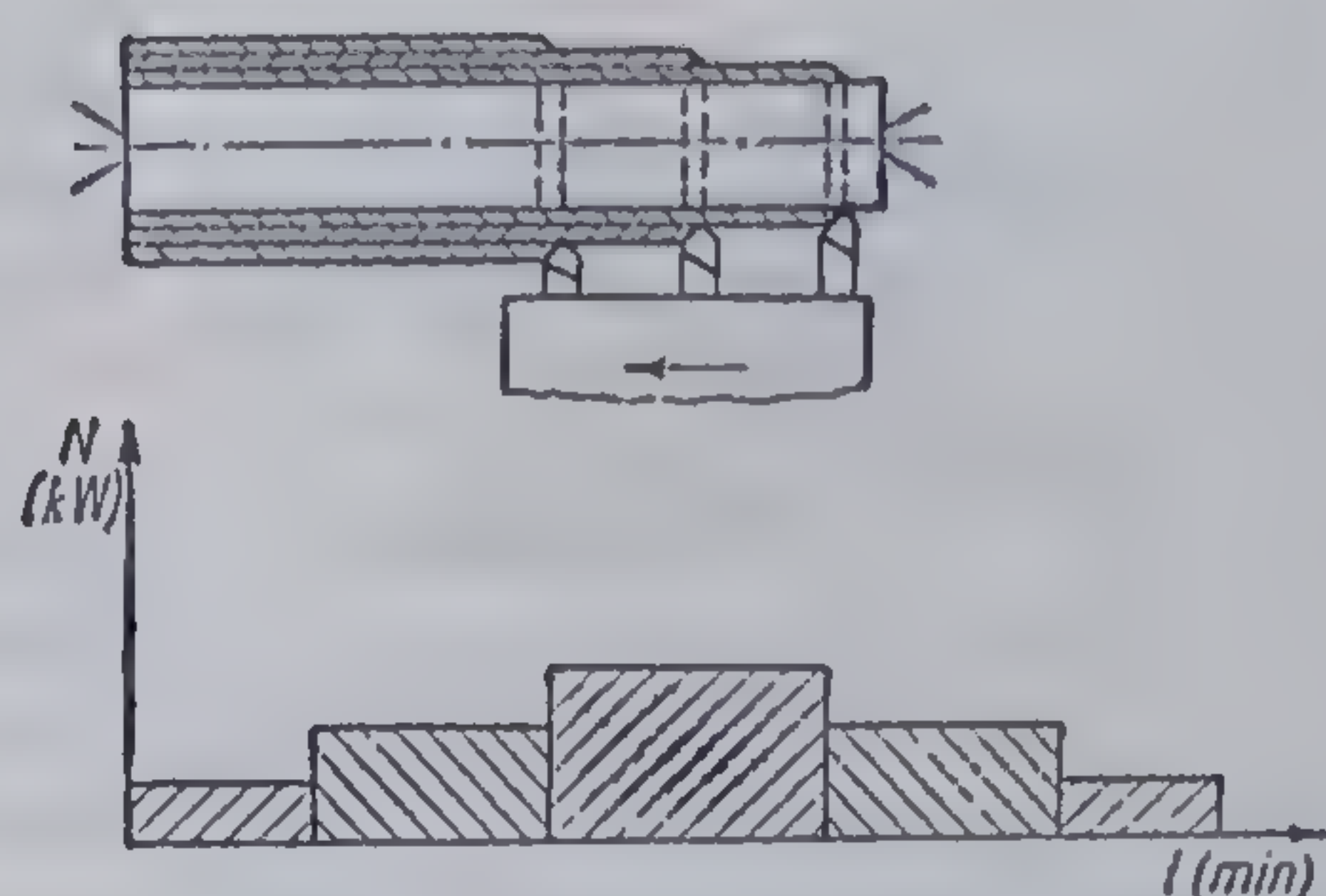


Fig. 14.8. Divizarea în adâncime a adaosului de prelucrare.

adâncimii de aşchiat (fig. 14.8). În ambele cazuri, numărul de scule cu care se lucrează va fi în funcţie de puterea disponibilă a maşinii.

Strunjirea de degroşare a arborilor în trepte se poate realiza, de asemenea, cu unul sau mai multe cuţite. Tehnologia de prelucrare se deosebeşte după felul semifabricatului (laminat, forjat sau turnat).

La prelucrarea cu un singur cuţit, în cazul semifabricatului laminat, adaosul de prelucrare se împarte în diferite moduri. În figura 14.9, a, b, c sînt date trei exemple. Din graficele alăturate figurilor se poate vedea timpul de prelucrare şi încadrarea motorului maşinii pentru fiecare trecere.

În prima variantă (fig. 14.9, a), strunjirea se execută din trei treceri, adaosul prelucrat la o trecere şi încărcarea maşinii au valori mici, iar timpul de prelucrare este mai mare.

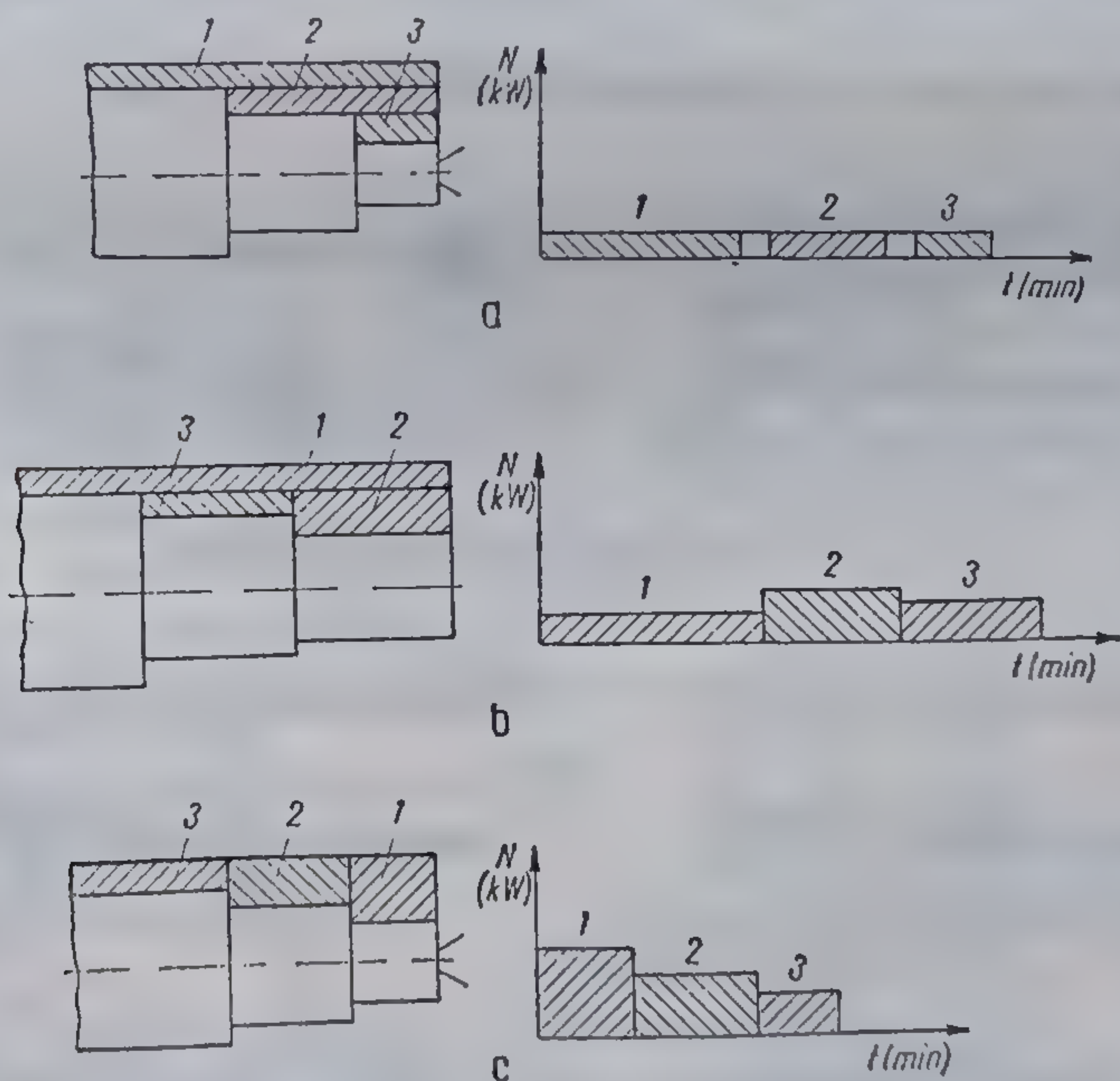


Fig. 14.9. Divizarea adaosului la prelucrarea cu un singur cuţit.

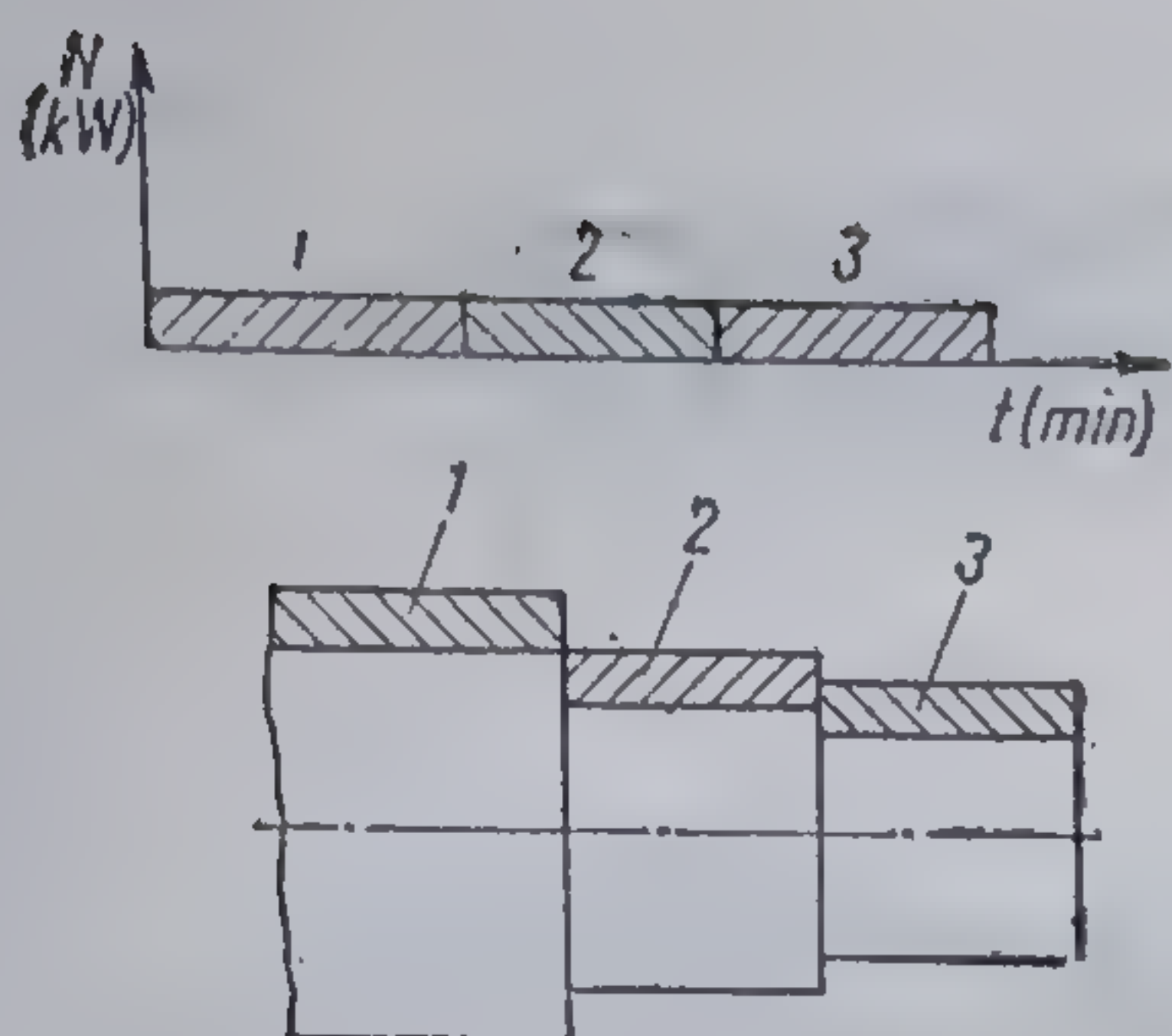


Fig. 14.10. Divizarea adaosului de prelucrare la arbori forjați.

variantele de lucru se vor alege pentru fiecare caz, în funcție de condițiile concrete (puterea strungului, dimensiunile arborelui de prelucrat etc.).

În vederea creșterii productivității, la producția în serie mare și în masă, degroșarea și finisarea arborilor este bine să se execute pe strunguri diferite.

La prelucrarea arborilor în trepte la mașini cu mai multe cuțite în scopul creșterii productivității se aplică metoda împărțirii lungimii sau a adâncimii de așchiere. La arborii prelucrați din semifabricate laminate se aplică divizarea adaosului de prelucrare pe cuțite, distanța între acestea fiind egală cu lungimea treptei (fig. 14.11). Mașina se încarcă treptat, pe măsură ce cuțitele intră în așchie.

Când divizarea este făcută pe lungimea arborelui, cuțitele vor prelucra adaosuri diferite (fig. 14.12). Această metodă se recomandă atunci când lungimile treptelor sînt un multiplu a lungimii celei mai mici trepte.

În figura 14.13 este reprezentată o variantă combinată.

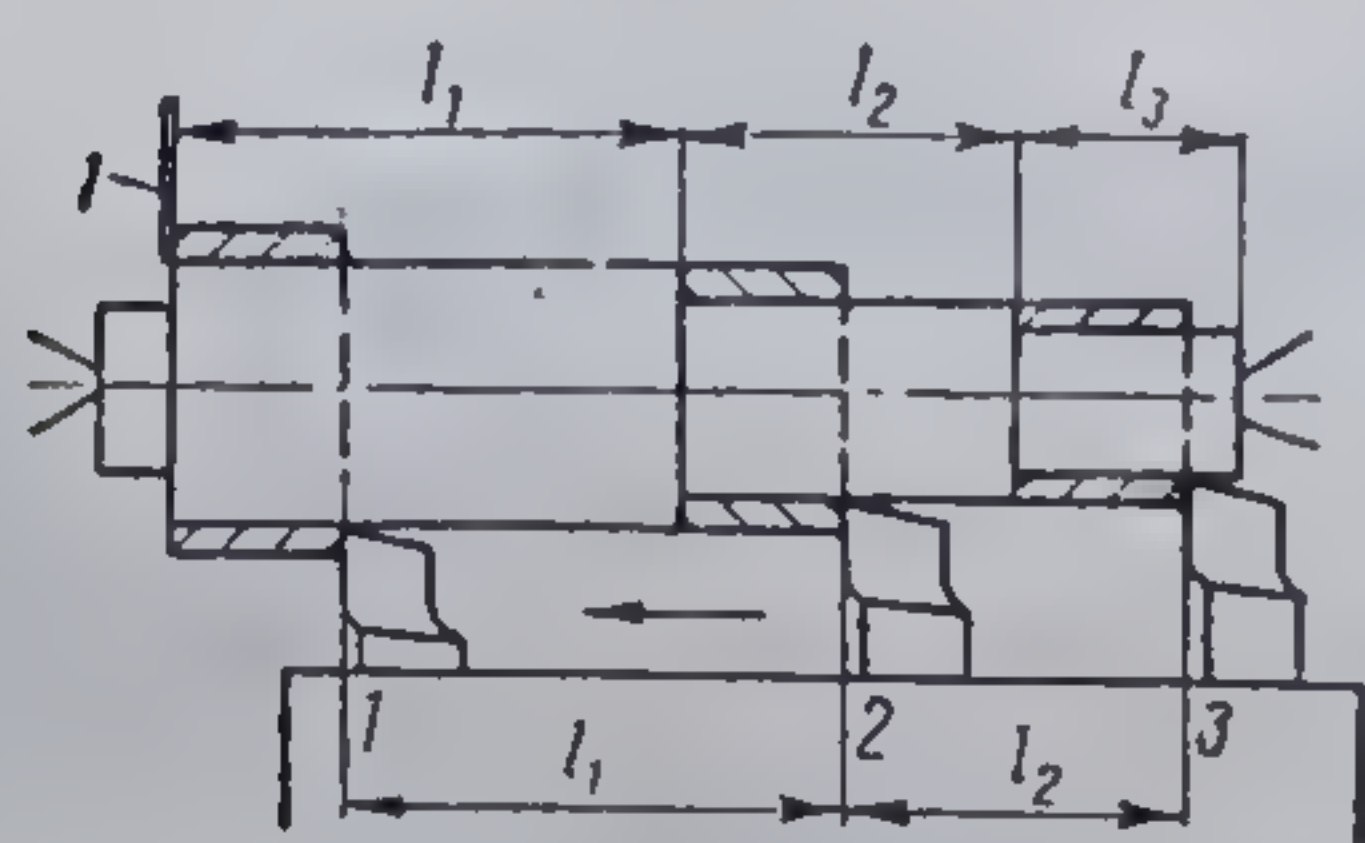


Fig. 14.11. Divizarea adaosului pe cuțite.

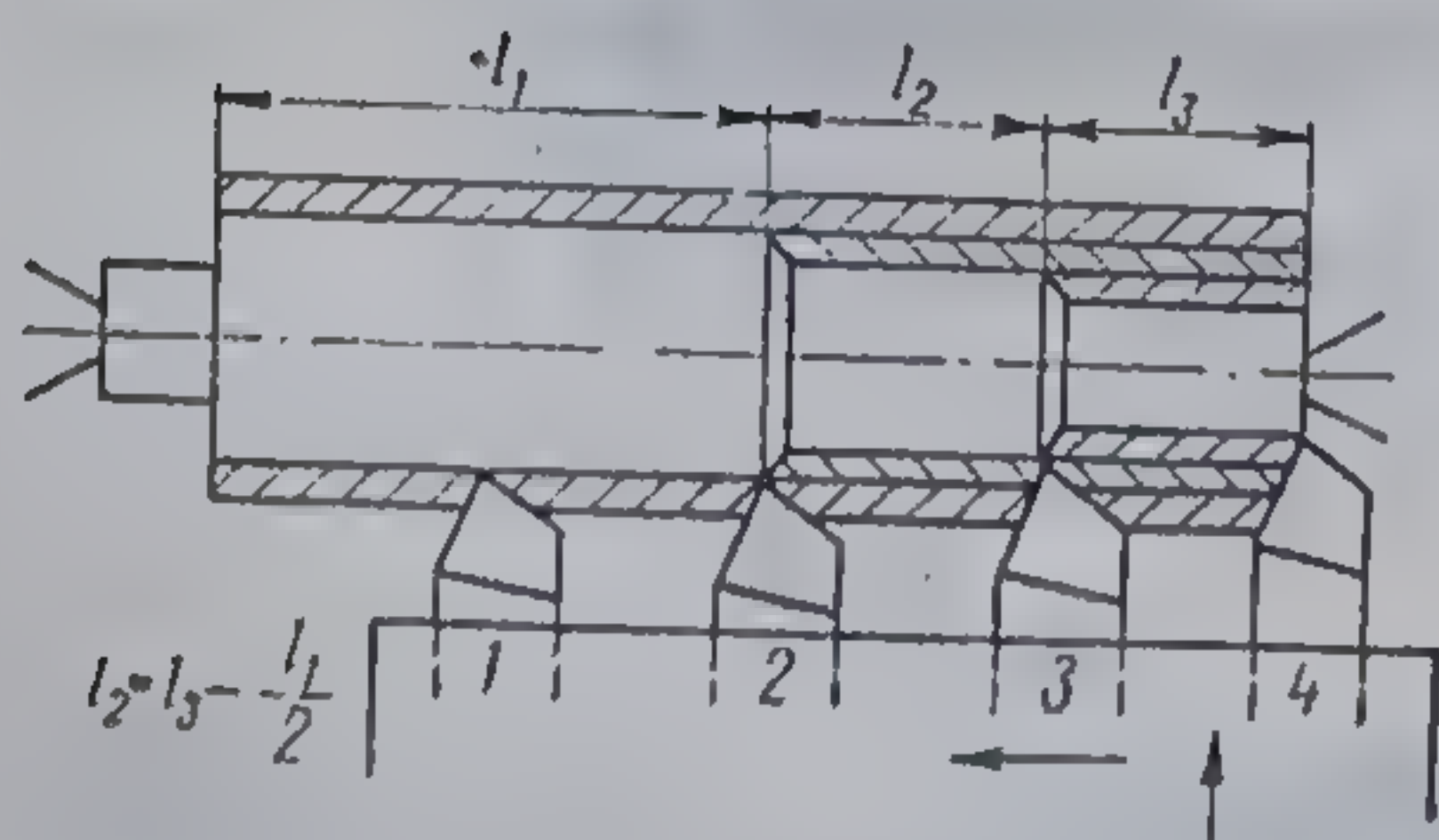


Fig. 14.12. Divizarea în lungime la prelucrarea arborilor în trepte.

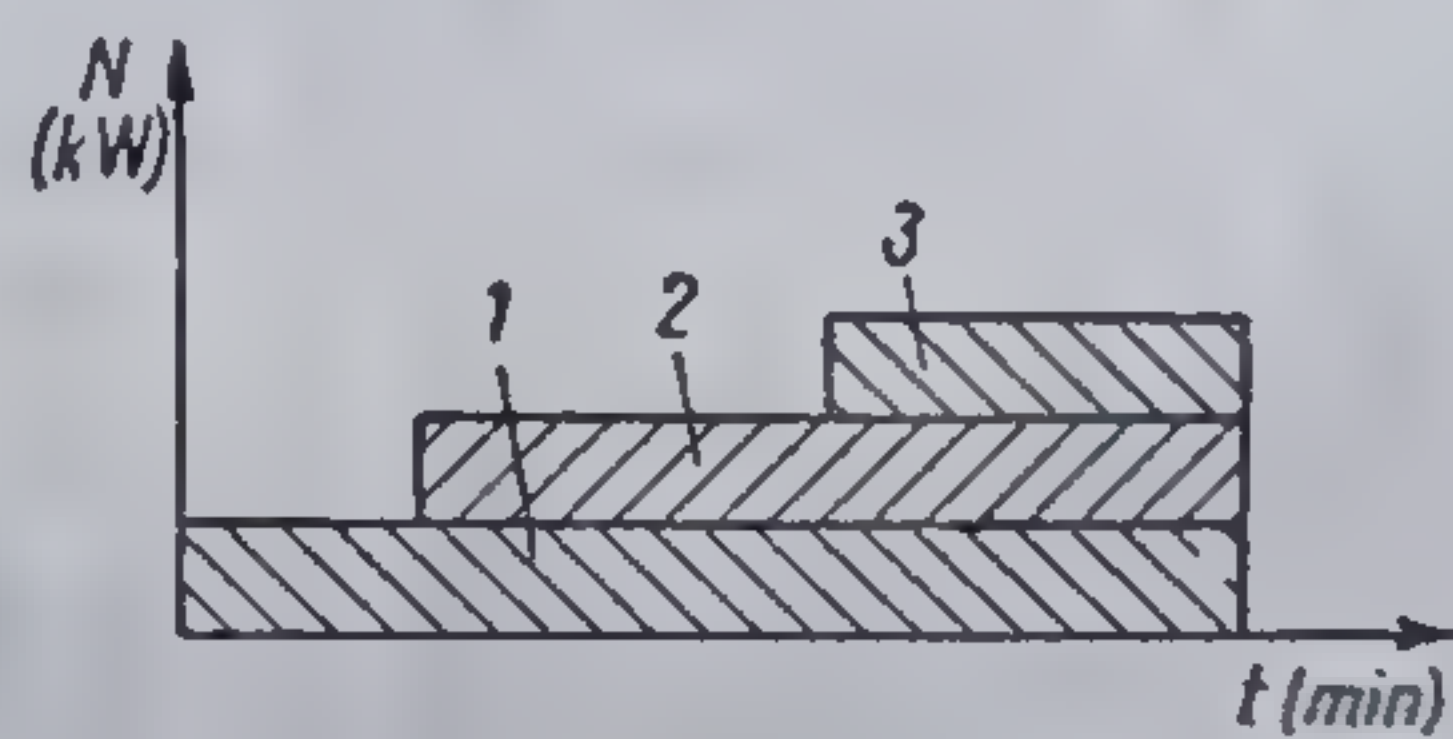


Fig. 14.13. Varianta combinată de divizare a adaosului de prelucrare.

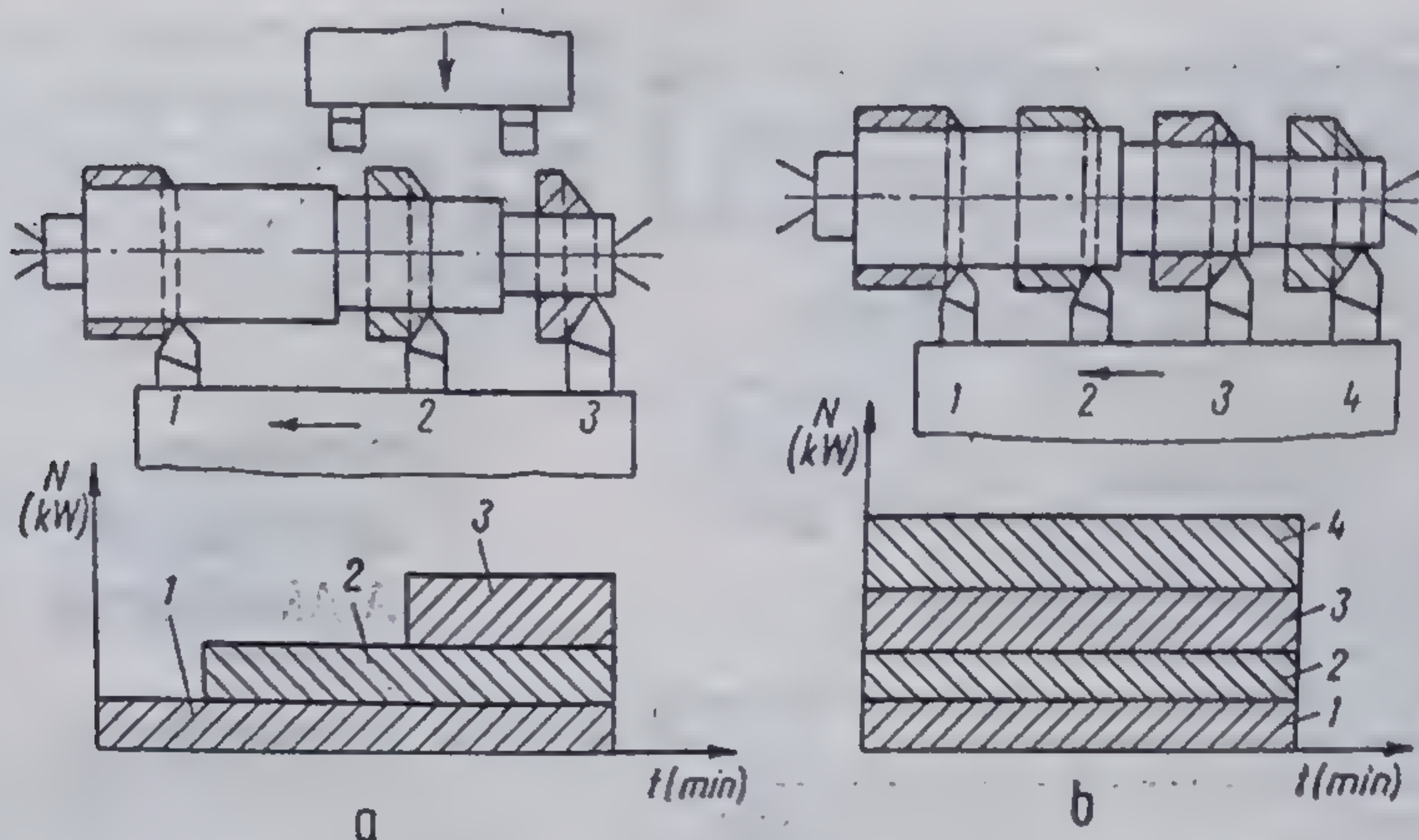


Fig. 14.14. Prelucrarea pe strunguri speciale cu mai multe cuțite.

Deoarece strungurile paralele obișnuite se adaptează mai greu la prelucrarea cu mai multe cuțite, se folosesc strunguri speciale, care au o rigiditate mai mare și mai multe sănii portscule (minimum două, o sanie în față pentru avans longitudinal și o altă sanie în partea opusă pentru prelucrarea suprafețelor frontale și a degajărilor).

În figura 14.14 sînt reprezentate fazele de prelucrare ale unui arbore în trepte la un astfel de strung. În prima fază se strunjesc degajările folosindu-se sania transversală, iar în faza a doua se strunjește longitudinal.

La prelucrarea cu mai multe cuțite, reglarea necesită un timp mai îndelungat și se execută cu un arbore etalon sau cu șabloane. Regimul de lucru se alege în așa fel încît adaosul de prelucrare prin operația de degroșare să fie îndepărtat dintr-o singură trecere.

4. STRUNJIREA PRIN COPIERE A ARBORILOR

Strunjirea prin copiere a arborilor se poate executa pe strunguri speciale de copiat sau pe strunguri normale pe care se montează un dispozitiv de copiat. În al doilea caz, precizia de prelucrare depinde atât de precizia dispozitivului de copiat cît și de precizia de lucru a strungului normal. Strungurile speciale de copiat au o formă constructivă rigidă, impusă de condițiile de așchiere a procesului de prelucrare.

Strunjirea prin copiere se utilizează pentru prelucrările în serie mijlocie și mare.

Comanda și reglarea mașinii fiind foarte simple, trecerea de la prelucrarea unui tip la altul se poate realiza într-un timp scurt.

Pentru reducerea timpilor destinați fixării și reglării șabloanelor de copiat se utilizează

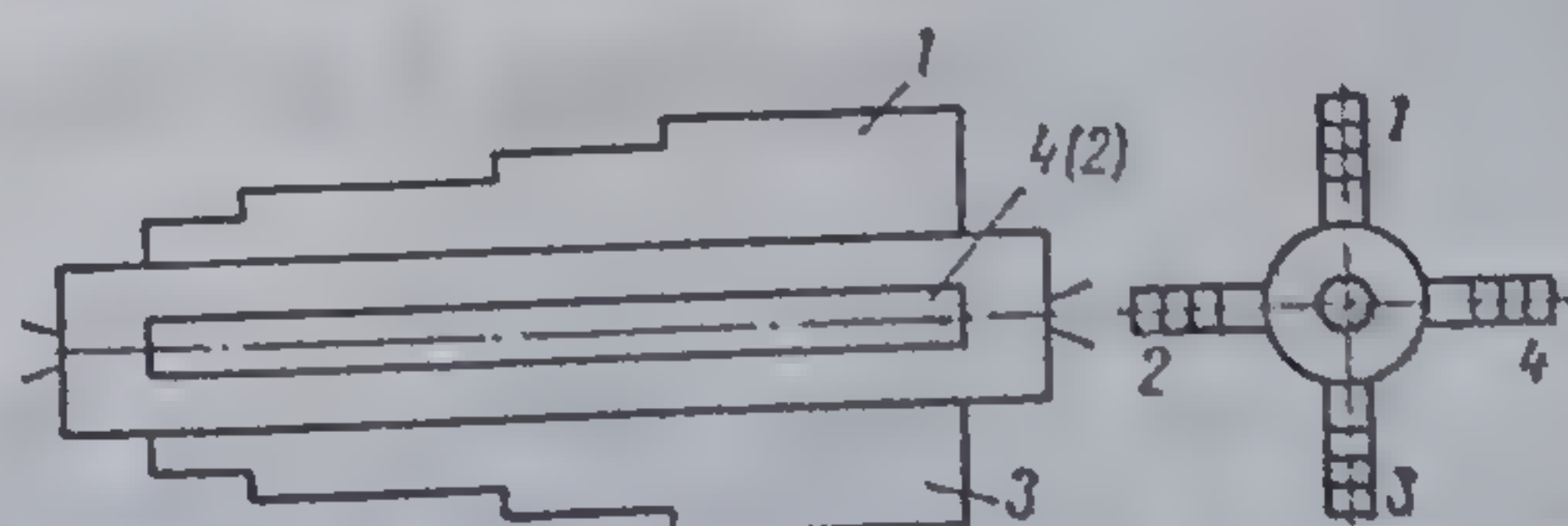


Fig. 14.15. Șablon combinat pentru strunjirea prin copiere.

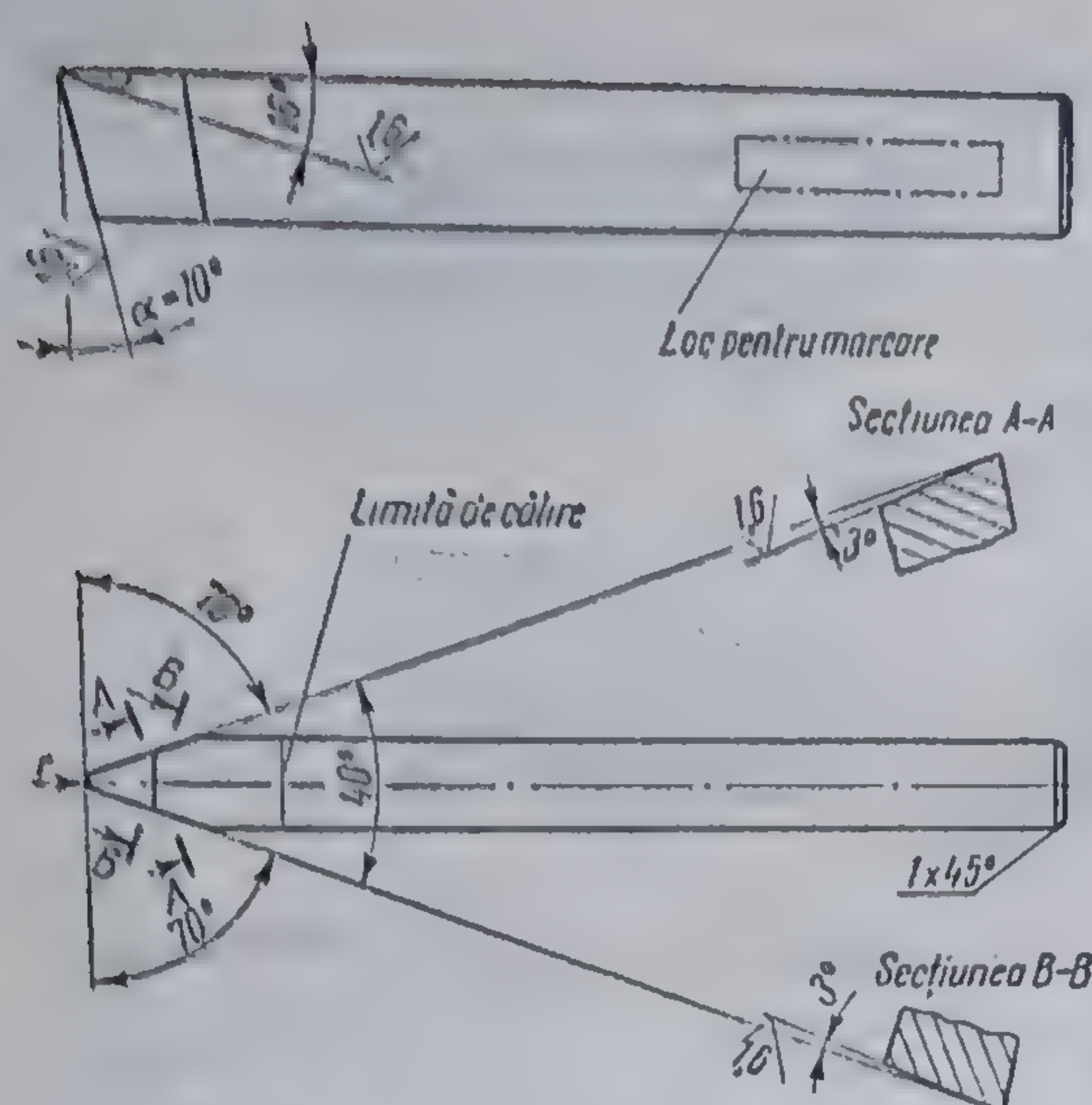


Fig. 14.16. Cuțit drept de finisat.

șabloane combinate (fig. 14.15), care printr-o simplă rotire aduce în poziție de lucru alt profil și șablon, adică 1, 2, 3 sau 4, după caz.

5. STRUNJIREA DE FINISARE A ARBORILOR DREPTI ȘI ÎN TREPTE

Înainte de strunjirea de finisare, la arborii mijlocii și mari, aproape întotdeauna se execută o strunjire de semifinisare, care are ca scop pregătirea pentru operația de finisare. Prin

semifinisare, se urmărește obținerea preciziei formei geometrice și a unui adaos de prelucrare uniform, putându-se executa cu unul sau mai multe cuțite. La semifinisare se recomandă ca adâncimea de așchiere t să fie cuprinsă între 1,5 și 4 mm, iar avansul longitudinal s între 0,3 și 5 mm/rot.

Operația de semifinisare și finisare se poate executa pe aceeași mașină pe care s-a executat degroșarea, dar, pentru asigurarea unei precizii dimensionale și de formă, este bine ca aceste operații să se realizeze pe strunguri pentru finisare. În scopul evitării vibrațiilor, strungurile pentru finisare au o rigiditate mare și o bună echilibrare a organelor aflate în mișcarea de rotație.

La finisare, vitezele de așchiere sînt mai mari de 110 m/min, avansul se ia între 0,04 și 0,1 mm/rot, iar adâncimea de așchiere are valori cuprinse între 0,05 și 0,12 mm. Ca și la strunjirea de degroșare, strunjirea de finisare se execută prin aceleași metode, cu fixarea piesei în același mod, și cu unul sau mai multe cuțite ale căror elemente constructive sînt redată în figura 14.16.

Dacă arborii au un diametru mare, la executarea operației de finisare se poate folosi metoda așchierii cu cuțite late. În acest caz, se lucrează cu avansuri mari de 2—30 mm/rot, cu adâncimi de 0,1—0,5 mm și cu viteze de 2—12 m/min.

6. PRELUCRAREA ARBORILOR PRIN FREZARE

Suprafețele exterioare ale arborilor pot fi prelucrate și prin frezare. În acest proces de prelucrare, atât piesa cît și freza au o mișcare de rotație în jurul axei lor. Frezarea suprafețelor exterioare de revoluție, în comparație cu strunjirea lor, prezintă avantaje ca: mărirea durabilității muchiei așchietoare a sculei și utilizarea unor viteze mari de așchiere

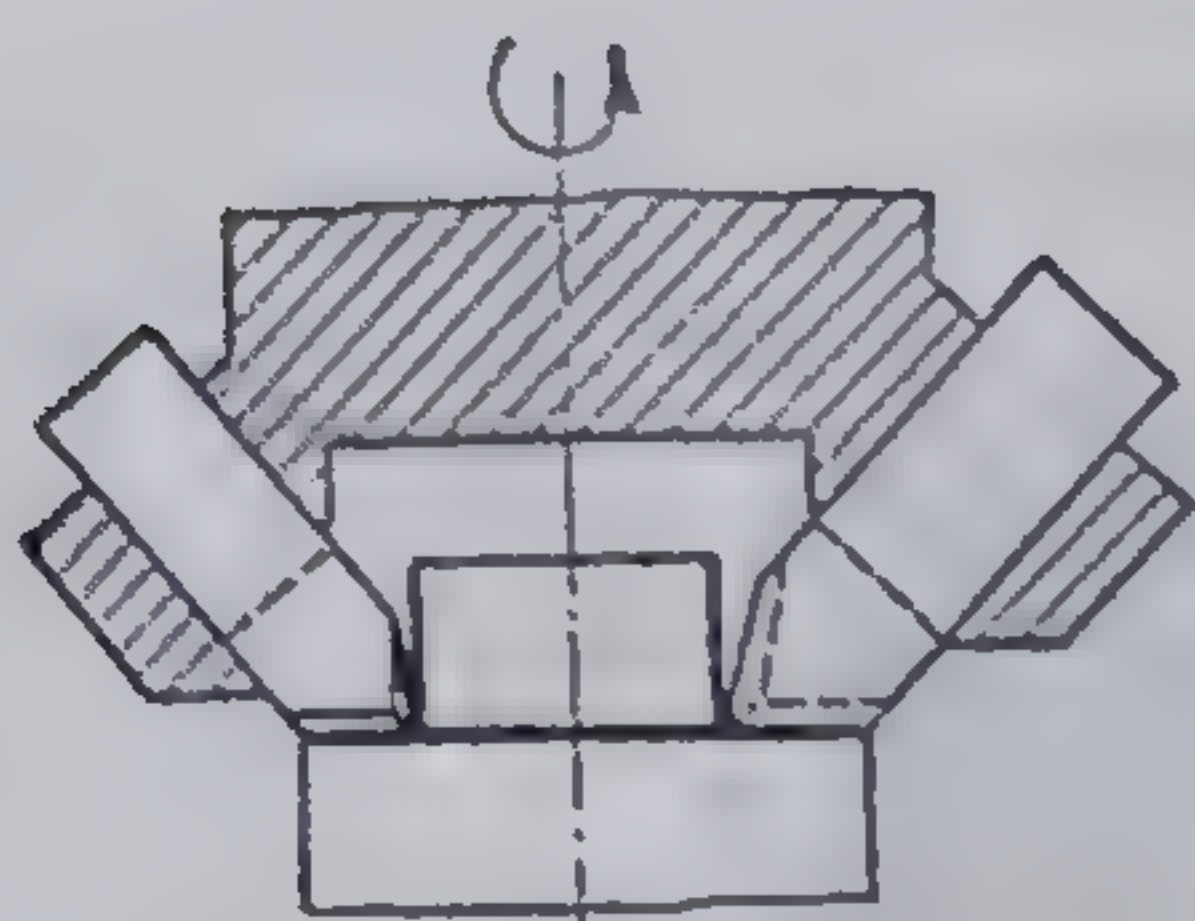


Fig. 14.17. Frezarea cu cap tubular.

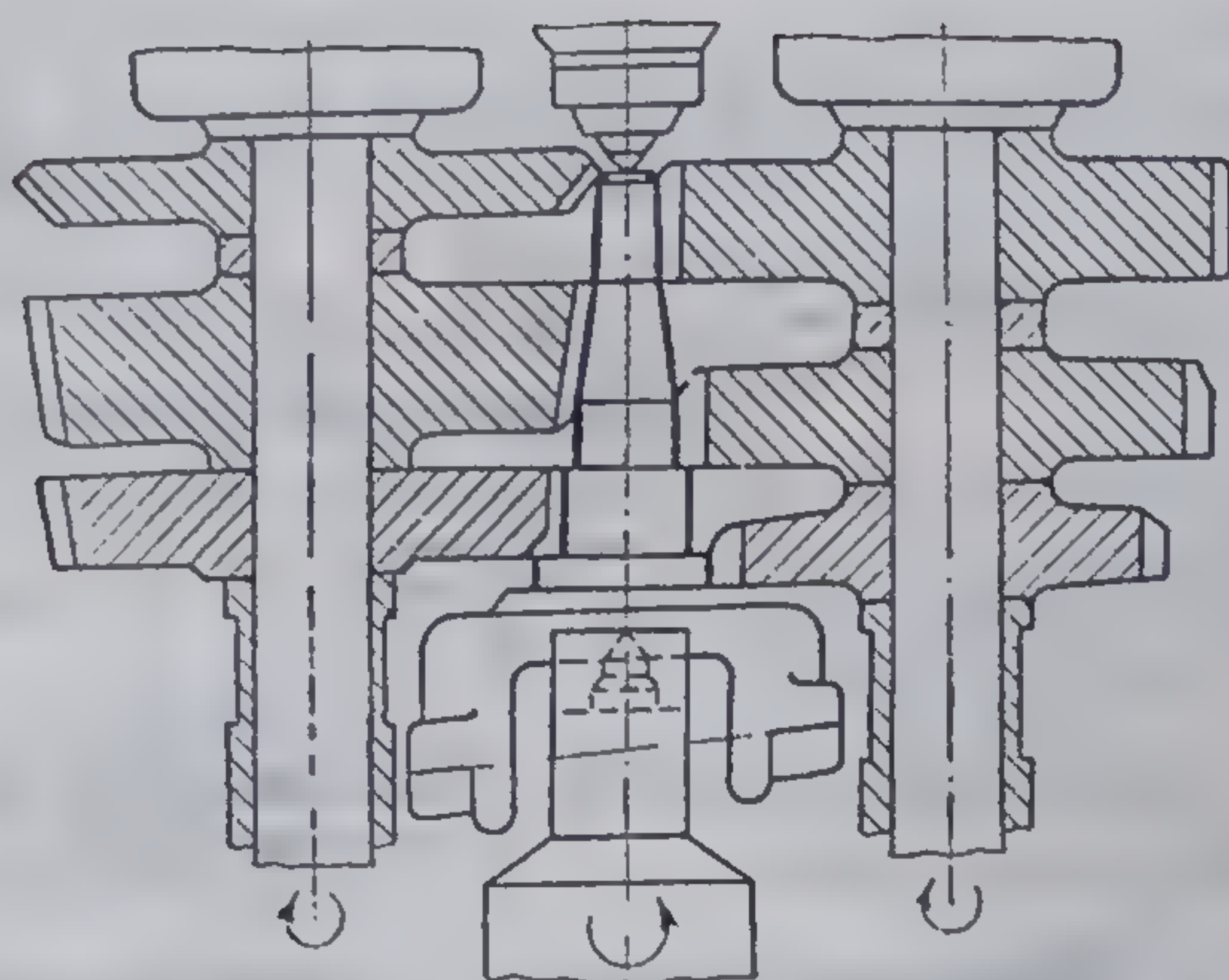


Fig. 14.18. Prelucrarea arborilor cu freze cilindrice și conice.

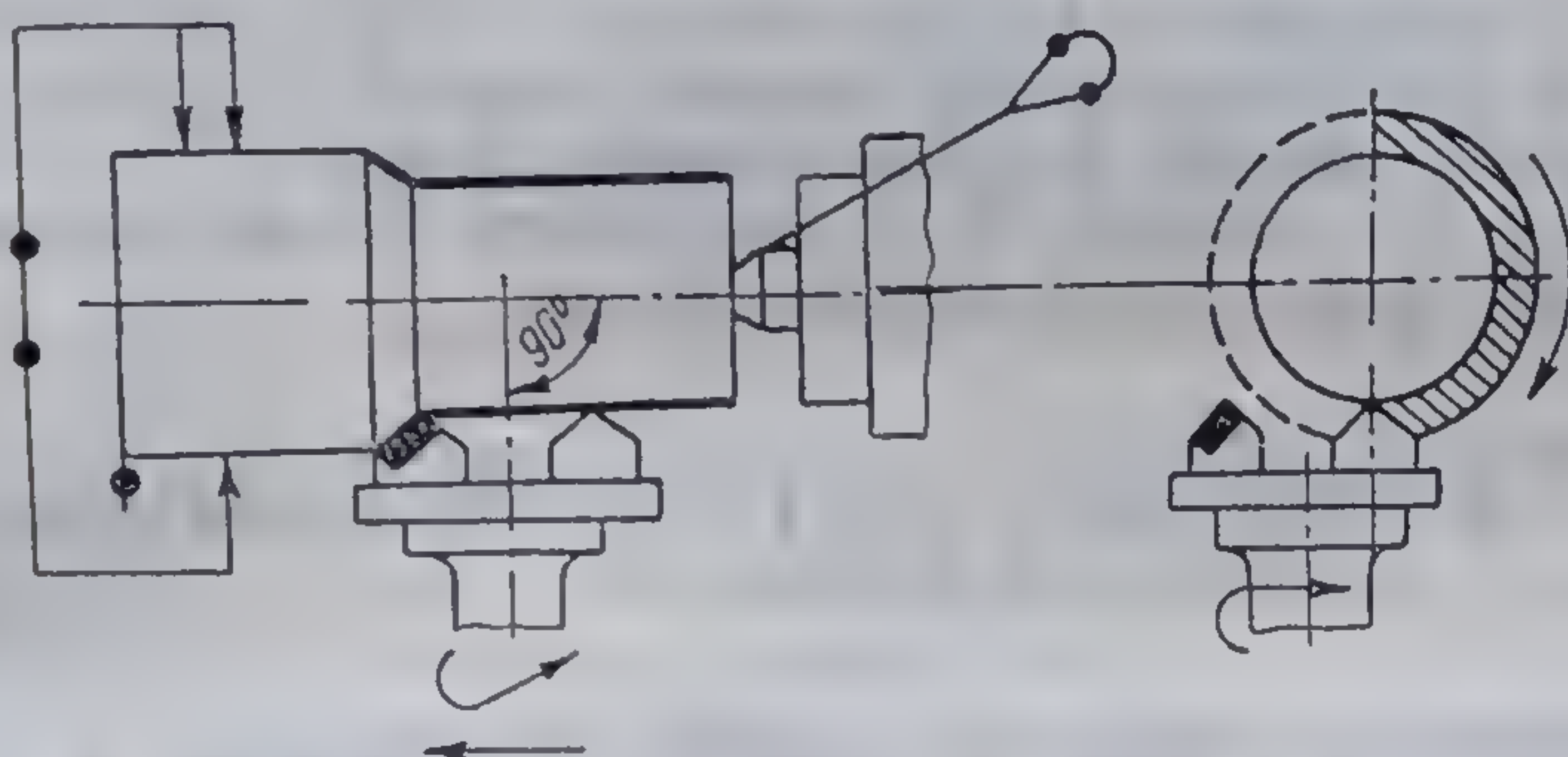


Fig. 14.19. Frezarea cu capete de frezat frontale.

la prelucrarea pieselor cu dimensiuni mari și cu adaos neuniform de așchiere. Dacă aceste piese se prelucurează prin strunjire, pericolul apariției forțelor dinamice limitează viteza de așchiere.

Frezarea suprafețelor arborilor se poate efectua prin trei metode:

- frezarea cu capete de frezat tubulare (fig. 14.17);
- frezarea cu freze cilindrice și conice (fig. 14.18);
- frezarea cu capete de frezat frontale (fig. 14.19).

7. PRELUCRAREA ARBORILOR PRIN BROȘARE

O metodă productivă, care se poate folosi la prelucrarea suprafețelor de revoluție exterioare scurte, este broșarea. În cazul prelucrării prin broșare a arborilor, adaosul de prelucrare se îndepărtează succesiv de către numărul mare de muchii așchietoare ale broșei. Broșarea suprafețelor exterioare ale arborilor se execută atât în cazul arborilor netezi cât și în trepte. Broșele 1 pentru prelucrarea arborilor 2 pot fi plane și spirale (fig. 14.20).

Prelucrarea se realizează în felul următor: arborelui i se imprimă o mișcare de rotație cu un număr mic de rotații pe minut, în timp ce broșa se deplasează pe o suprafață plană, tot cu o viteză mică.

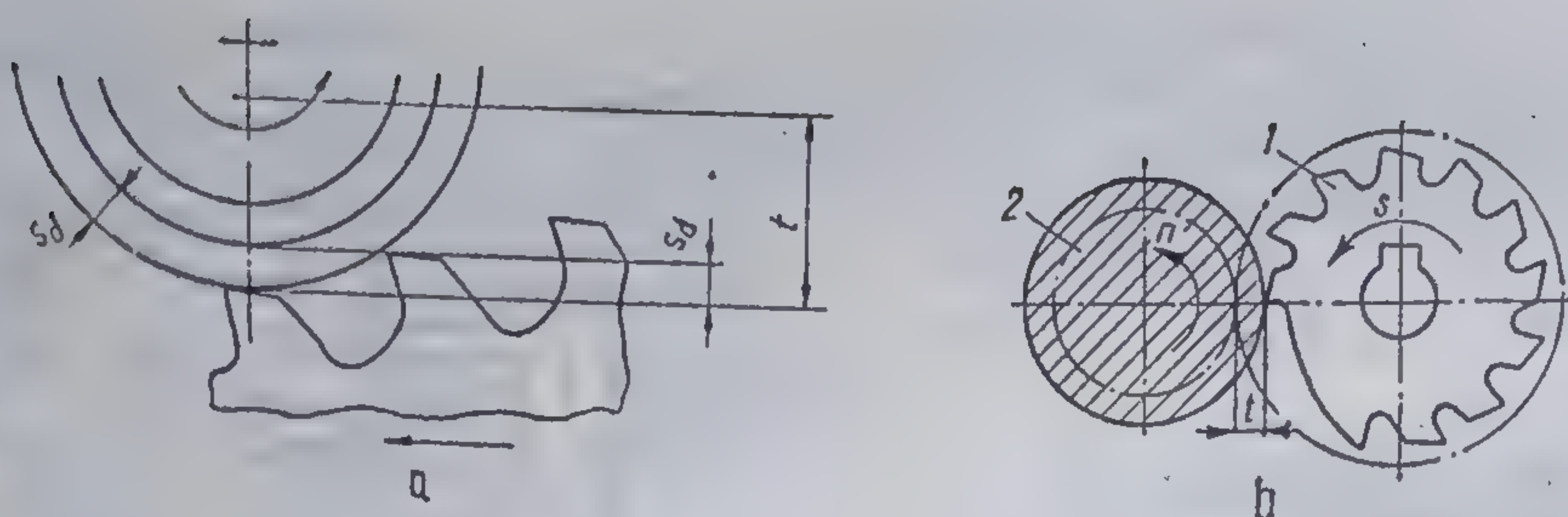


Fig. 14.20. Broșarea exterioară a arborilor:
a — cu broșă plană; b — cu broșă spirală.

Divizarea adaosului se face pe direcția radială a piesei. Fiecare dinte desprinde o fișie circulară corespunzătoare supraînălțării S_d , (fig. 14.20, b). Pentru executarea prelucrării prin așchiere, cu mai multe treceri, arborii execută mai multe rotații; lungimea broșei se va calcula astfel încât prelucrarea să se execute la o singură cursă a broșei.

Procedeul are avantajul că se pot prelucra și suprafețe profilate, în care caz broșa va avea forma corespunzătoare.

8. PRELUCRAREA PRIN RECTIFICARE A SUPRAFEȚELOR DE REVOLUȚIE EXTERIOARĂ

Rectificarea suprafețelor de revoluție exterioare este o operație de finisare, care se efectuează cu discuri abrazive. Procesul de așchiere la rectificare este determinat de proprietățile abrazivului și de viteza de așchiere.

Rectificarea se execută în două operații: degroșare și finisare. La prima operație se îndepărtează circa 70% din adaosul de prelucrare, iar la a doua 30%. În cazul unor condiții mai puțin exigente pentru calitatea suprafeței, rectificarea se poate realiza printr-o singură operație.

Precizia de prelucrare la rectificarea exterioară se încadrează în calitățile 3—8 ISO, iar rugozitatea suprafeței obținute $R_a=3,2 \dots 0,05 \mu\text{m}$. Rectificarea arborilor în trepte de lungime mică și a celor netezi se execută la mașini de rectificat cu prinderea între vîrfuri sau la mașini de rectificat fără vîrfuri.

a. Scule folosite la rectificarea rotundă exterioară

Pietrele abrazive se caracterizează prin următoarele elemente: natura materialului abraziv, granulația, liantul, structura, duritatea, formă și dimensiuni. Liantul are rolul de a menține granulele abrazive în corpul abraziv, pînă în momentul tocirii lor, cînd trebuie să se desprindă de pe corp, făcînd loc altor granule cu muchii așchietoare noi. Corpurile abrazive cu lianți ceramici (amestec de argilă, feldspați, cuarț și caolin) permit viteze de așchiere de 30—40 m/s. Lianții ceramici se folosesc aproape în exclusivitate la executarea pietrelor de rectificat. Lianții organici permit executarea discurilor abrazive subțiri și cu diametrul mare, care pot prelucra cu viteze de așchiere pînă la 60 m/s.

Structura corpurilor abrazive reprezintă raportul dintre volumul golurilor (porilor) și volumul total al discului. Sînt standardizate 21 de structuri.

Tabelul 14.3

Grupele de duritate ale corpurilor abrazive

Grupe de duritate	Foarte moale	Moale	Mijlocie	Tare	Foarte tare	(Extra tare)
Simbol	E, F, G	H, I, J, K	L, M, N, O	P, Q, R, S	Z, U, V, (W)	(X), (Y), (Z)

Duritatea corpurilor abrazive se notează prin litere (tabelul 14.3) și reprezintă rezistența ansamblului abraziv-liant, la tendința de desprindere a granulelor abrazive sub acțiunea eforturilor exterioare care se produc în timpul lucrului. Această duritate nu trebuie confundată cu duritatea granulelor. Alegerea discului abraziv, în funcție de duritate, se face respectînd următoarele:

— la operația de degroșare se lucrează cu pietre dure (liant ceramic) cu granulație mare;

— la operația de finisare se lucrează cu pietre moi (liant organic), cu granulație mică;

— la prelucrarea oțelurilor dure se folosesc în general pietre de duritate mai mică decît la prelucrarea oțelurilor moi.

Formele discurilor abrazive folosite la rectificarea suprafețelor de revoluție exterioare sînt cilindrice și profilate.

b. Elementele regimului de așchiere la rectificarea rotundă exterioară

La rectificarea rotundă exterioară, mișcarea principală este o mișcare de rotație executată de discul abraziv. Mișcările de avans sînt: mișcarea de avans circular executată de către piesă și mișcarea de avans longitudinal paralelă cu axa de rotație a discului, executată fie de discul abraziv, fie de piesă (fig. 14.21).

Adîncimea de așchiere t este stratul îndepărtat la o trecere (0,01—0,10 mm la degroșare și 0,005—0,015 mm la finisare). Avansul longitudinal s reprezintă deplasarea pietrei de rectificat (sau a piesei) la o rotație a piesei.

Avansul longitudinal se alege în funcție de lățimea sculei abrazive B și este: (0,3...0,7) B la degroșare și (0,2...0,3) B la finisare.

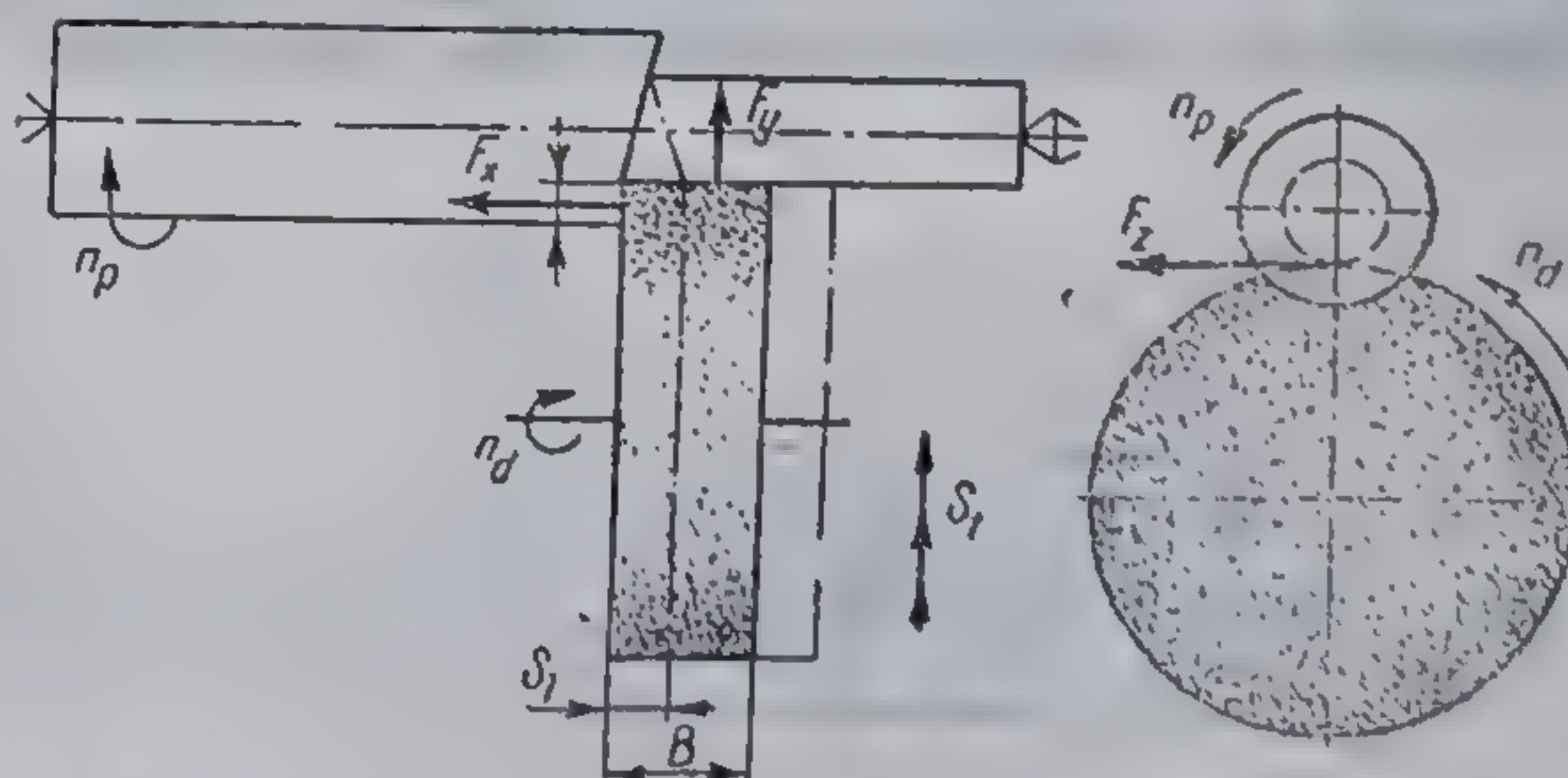


Fig. 14.21. Elementele regimului de așchiere și componentele forțelor de așchiere la rectificarea rotundă exterioară.

Viteza periferică a piesei depinde de: regimul de aşchiere, caracteristicile discului abraziv, suprafaţa de contact. În general, această viteză este de 60 ori mai mică decât viteza de lucru a discului abraziv.

Viteza de aşchiere a discului abraziv se alege în funcţie de caracteristicile sale. La discuri dure se aleg viteze de aşchiere mici, iar la discuri moi viteze mai mari. În practică, vitezele de aşchiere sînt în limitele: 20—30 m/s, la prelucrarea de degroşare, şi de 30—50 m/s, la prelucrarea de finisare. Hotărîtoare este însă, viteza indicată de firma producătoare a discului abraziv.

Cunoscîndu-se viteza principală de aşchiere v_p se procedează la reglarea maşinii folosindu-se relaţiile pentru:

— reglarea turaţiei discului abraziv n_d :

$$n_d = \frac{1000 \cdot 60 \cdot v_p}{\pi \cdot D_d} [\text{rot/min}]; \quad (14.2)$$

— reglarea turaţiei piesei n_p :

$$n_p = \frac{1000 \cdot v_p}{\pi d_p} [\text{rot/min}]; \quad (14.3)$$

în care D_d şi d_p sînt diametrele discului abraziv, respectiv ale piesei.

c. Procedee de prelucrare a suprafeţelor de revoluţie exterioare prin rectificare

Procedeele de prelucrare depind de modul de fixare a pieselor în vederea prelucrării. Astfel, la rectificarea pieselor cu fixarea între vîrfuri se folosesc metodele:

1) *Metoda de rectificare cu avans longitudinal* cu mai multe treceri, care este cea mai răspîdită şi se aplică la rectificarea arborilor de dimensiuni mici şi de rigiditate mică cînd avansul longitudinal se obţine prin deplasarea arborelui (fig. 14.22). În cazul arborilor mari se aplică schema din figura 14.23, în care avansul longitudinal se obţine prin deplasarea discului abraziv.

La prelucrarea arborilor lungi, la care este necesară o precizie mare, trebuie să se folosească lunete, pentru mărirea rigidităţii la rectificare.

2) *Metoda de avans longitudinal cu o singură trecere* se aplică la arborii scurţi şi rigizi şi constă în aceea că tot adaosul de prelucrare se îndepărtează la o singură trecere. Discul abraziv are suprafaţa activă conică, urmată de o parte cilindrică (fig. 14.23), ceea ce face ca aşchierea să se

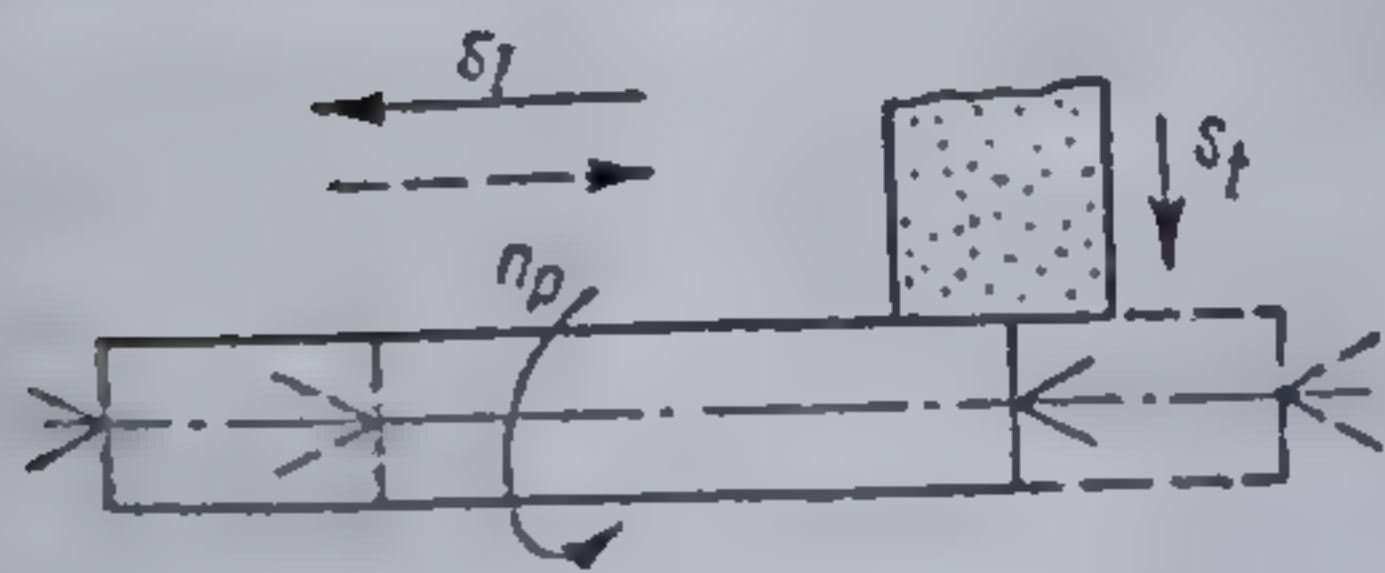


Fig. 14.22. Rectificarea arborilor mici, cu avans longitudinal.

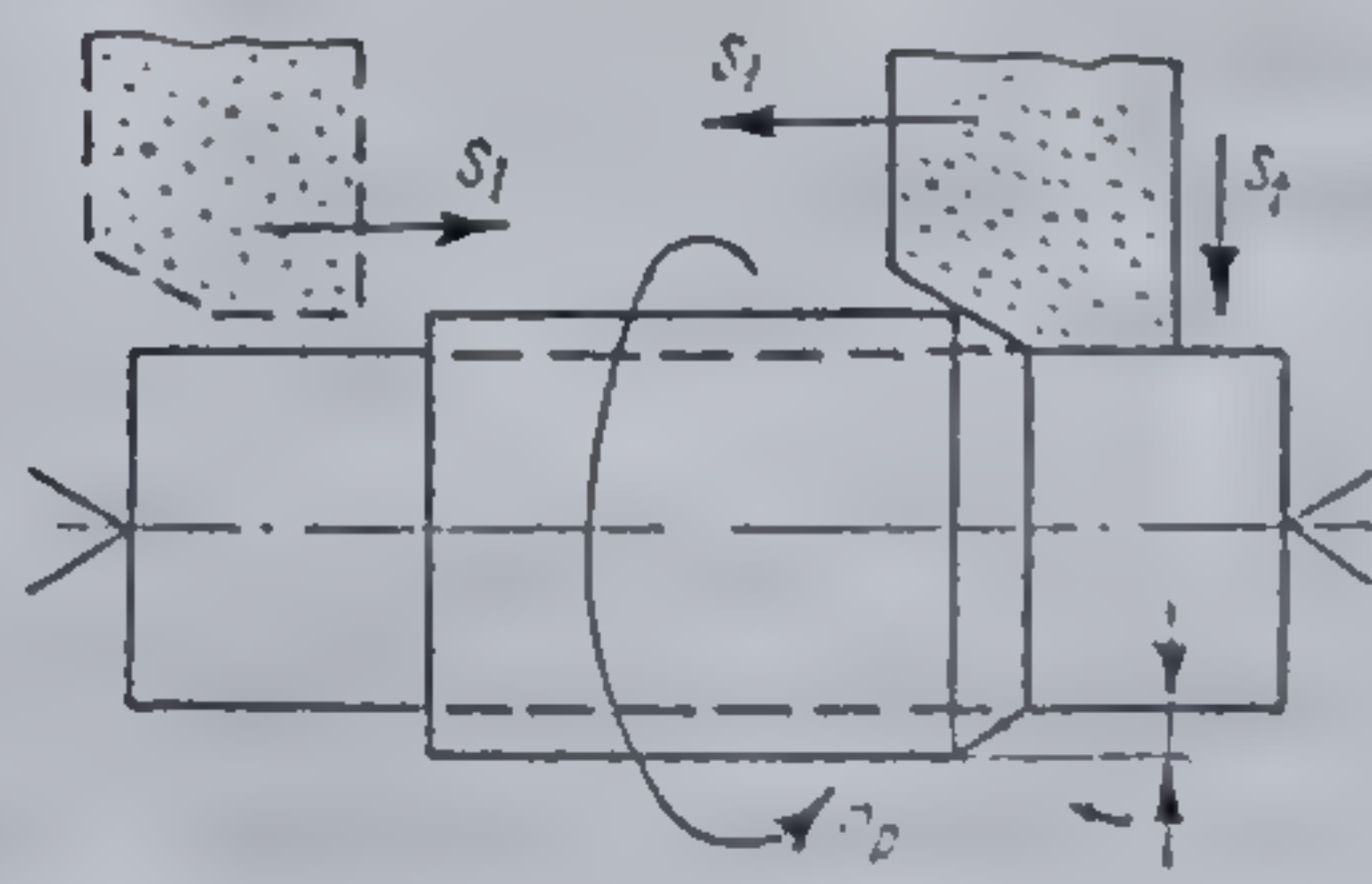


Fig. 14.23. Rectificarea cu avans transversal dintr-o singură trecere.

producă prin divizarea adaosului de prelucrare. Din aceste motive și prin faptul că ascuțirea se realizează continuu, procedeul este productiv.

La arborii în trepte rectificarea se începe dinspre treapta cu diametru mai mare, printr-un avans transversal s_t pînă la adîncimea de așchiere, după care se cuplează avansul longitudinal s_l (fig. 14.24).

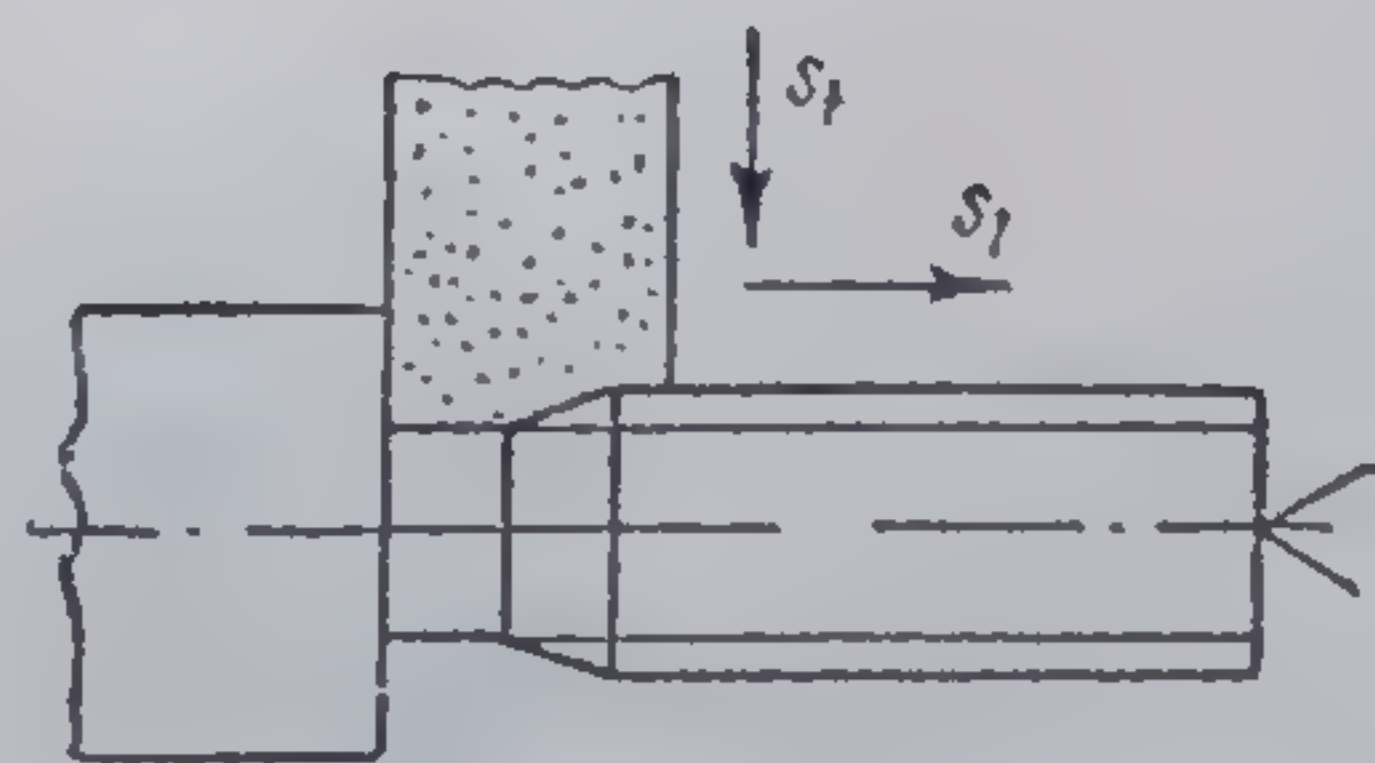


Fig. 14.24. Rectificarea cu avans longitudinal cu o singură trecere.

3) *Metoda avansului transversal* este recomandată la rectificarea pieselor scurte, la producția în serie mare și în masă. Discurile folosite trebuie să aibă o lățime ceva mai mare decât lățimea de rectificat (fig. 14.25). Procedeul are avantajul că se pot rectifica și suprafețe profilate.

4) La rectificarea fără vîrfuri se disting, în general, următoarele metode de prelucrare:

a) *Rectificarea fără vîrfuri cu avans longitudinal* este o metodă asemănătoare cu aceea de la rectificarea între vîrfuri și se poate aplica la rectificarea arborilor netezi și în trepte cu lungimi mai mari decât lățimea pietrei. Avansul longitudinal al piesei se realizează prin așezarea înclinată cu un unghi α a discului conducător (fig. 14.26). Vitezele de lucru sînt: viteza discului de rectificat v_{dr} , viteza discului conducător v_{dc} , viteza periferică a piesei v_p , avansul longitudinal s_l . Viteza periferică a piesei este dată de relația:

$$v_p = v_{dc} \cdot \cos \alpha \text{ [m/min]}. \quad (14.4)$$

Avansul longitudinal teoretic se determină astfel:

$$s_l = \pi \cdot D_c \cdot n_c \cdot \sin \alpha \text{ [mm/min]}, \quad (14.5)$$

în care:

D_c este diametrul discului conducător, în mm;

n_c — numărul de rotații ale discului conducător, în rot/min.

Din cauza alunecărilor, viteza reală va fi cu 1—5% mai mică decât viteza teoretică.

b) *Rectificarea fără vîrfuri cu avans transversal* se poate aplica la prelucrarea unor arbori scurți netezi, arbori în trepte și arbori cu suprafețe profilate (fig. 14.27).

La această metodă, discul conducător efectuează o mișcare de apropiere sau de îndepărtare față de discul de lucru, realizîndu-se avansul transversal. Poziția axelor celor două discuri este paralelă sau, uneori,

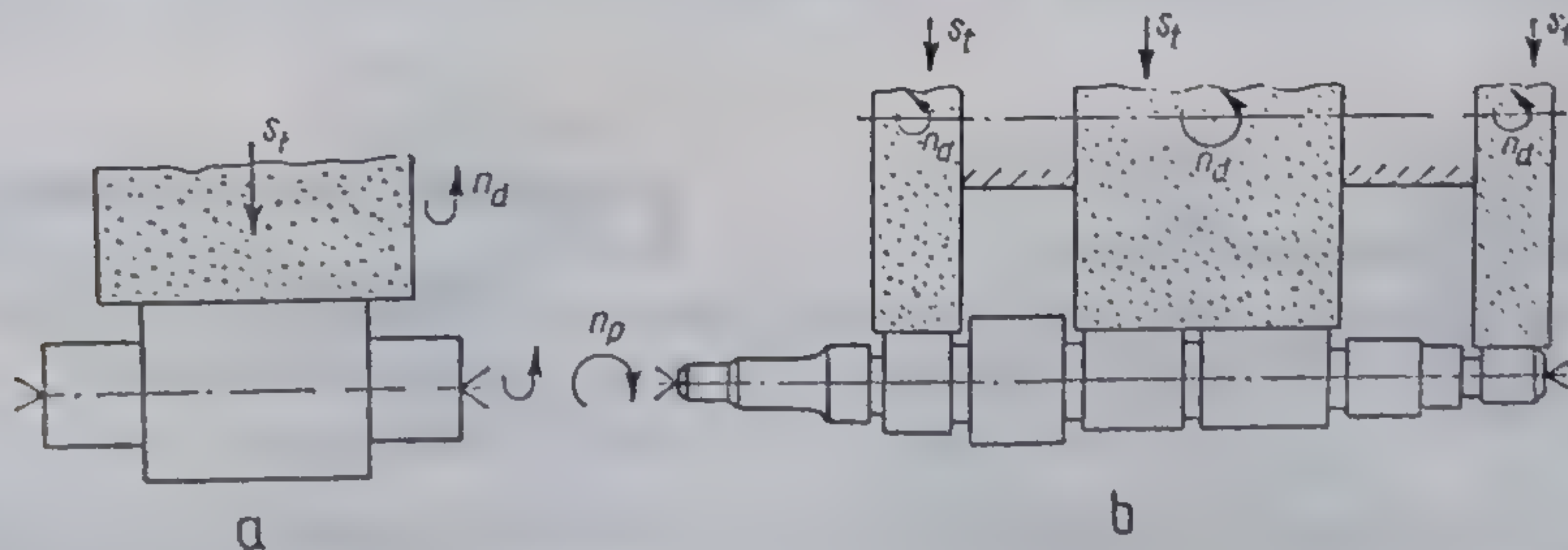


Fig. 14.25. Rectificare cu avans transversal.

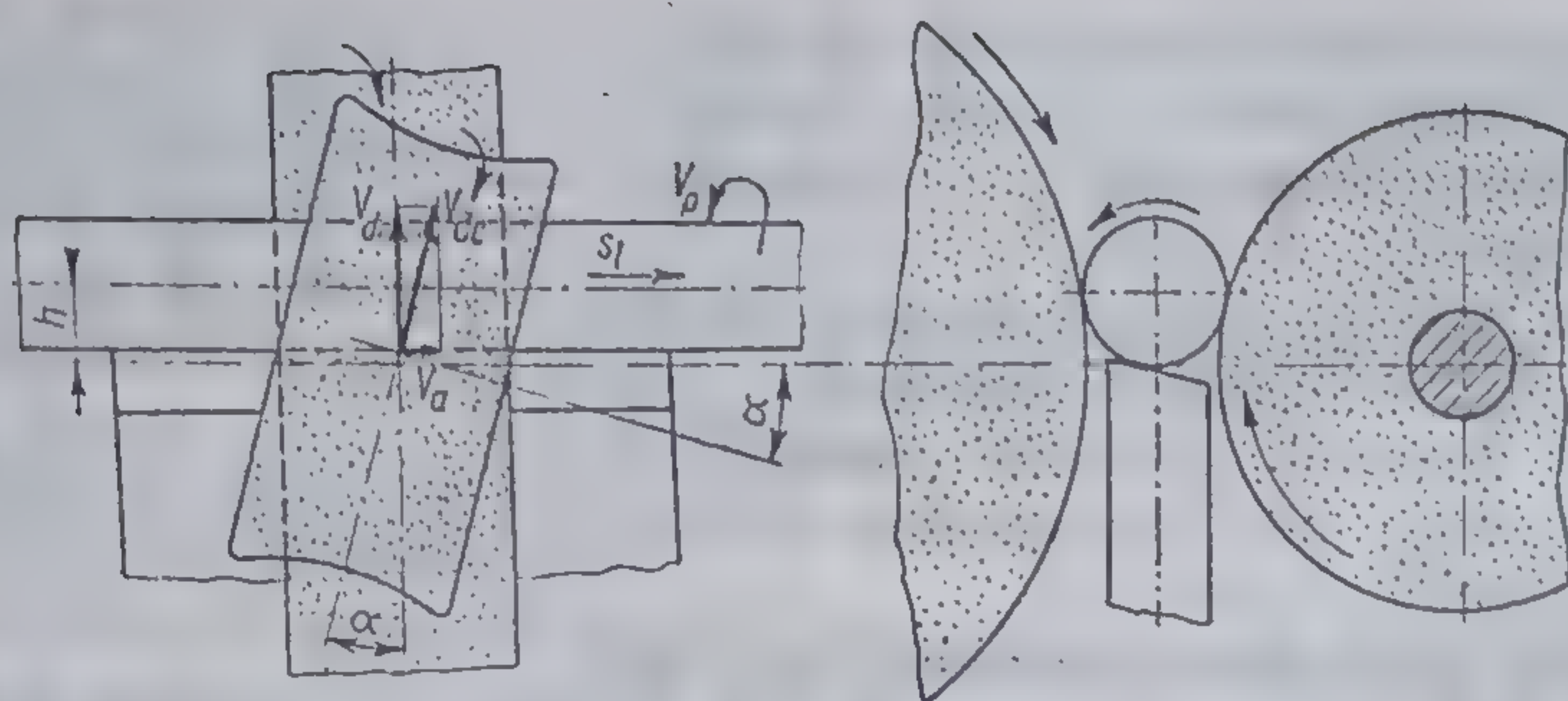


Fig. 14.26. Schema de lucru la rectificarea fără vîrfuri.

axa discului conducător are o înclinație de circa $0,5-1^\circ$, pentru a se asigura menținerea poziției piesei, prin apariția unei forțe axiale care o apasă spre opritor. Regimul de lucru se stabilește ca și la prelucrarea între vîrfuri.

c) *Metoda de lucru cu avans limitat* este asemănătoare cu aceea cu avans longitudinal, deosebindu-se prin faptul că deplasarea piesei este limitată de un opritor. Se folosește mai ales la prelucrarea pieselor în trepte (fig. 14.28).

Metoda de rectificare fără vîrfuri prezintă mai multe avantaje: nu mai este necesară operația de centrare, nu mai sînt necesare lunete, adaosul de prelucrare poate fi mai mic, influența mai mică a uzurii discului de rectificat asupra preciziei de prelucrare, productivitatea mai ridicată. Ca dezavantaje se pot aminti: durata de reglare a mașinii mai mare, precizia de formă mai redusă, numărul de treceri este mai mare.

Automatizarea și mecanizarea rectificării la mașinile de rectificat rotund și la cele fără centre asigură reducerea timpului auxiliar și creșterea importantă a productivității procesului respectiv de lucru. În figura 14.29, a este reprezentată schema automatizării rectificării la mașinile de rectificat fără centre cu ajutorul unui disc conducător, cu periferia acestuia de forma unei spirale. Discul conducător realizează mișcarea de rotație și avansul transversal al piesei de prelucrat.

Întregul ciclu de rectificare se realizează la o rotație a discului conducător, care este împărțit în patru părți (fig. 14.29, b): *A* — sectorul discului corespunzător unei rectificări rapide; *B* — sectorul corespunzător avansului transversal; *C* — sectorul corespunzător rectificării de finisare; *D* — sectorul de încărcare și descărcare a pieselor prelucrate. Prin

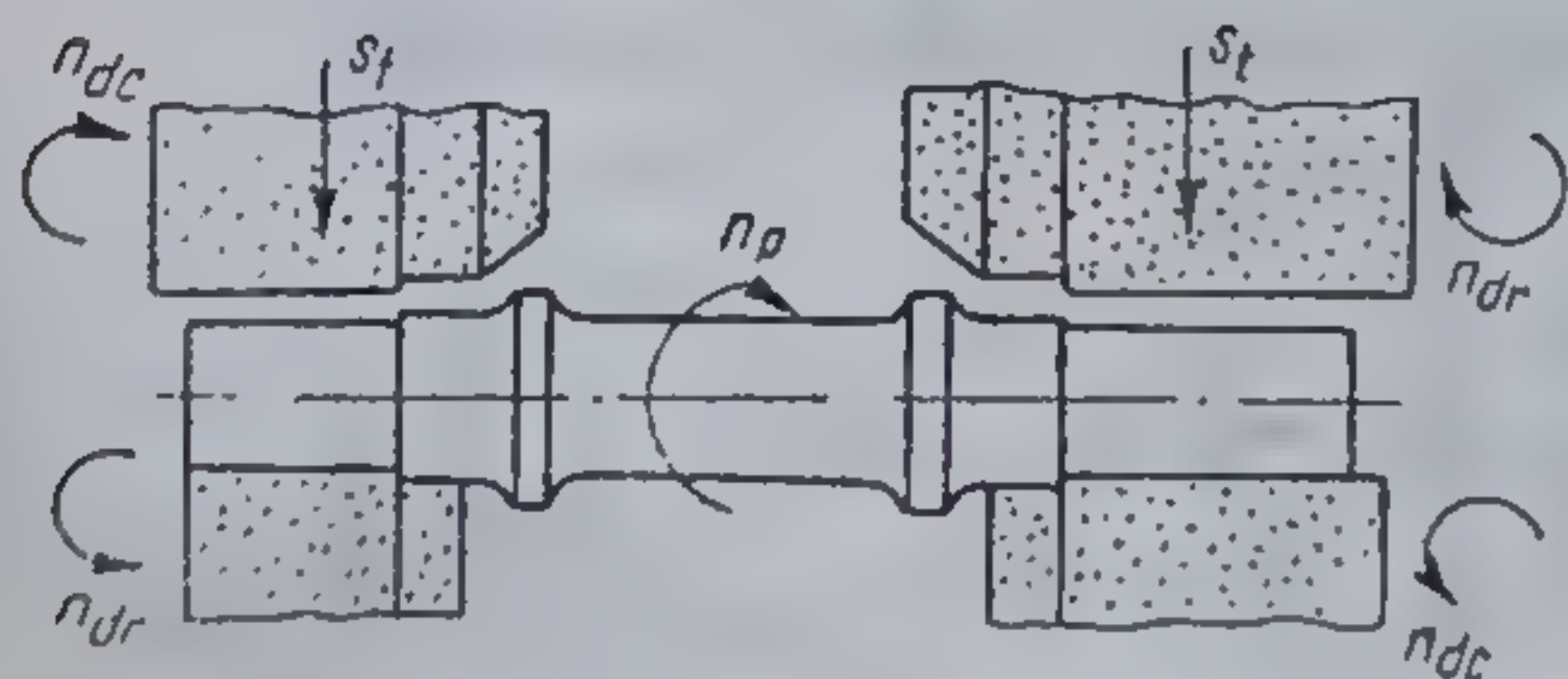


Fig. 14.27. Rectificare fără vîrfuri a pieselor în trepte, cu avans limitat.

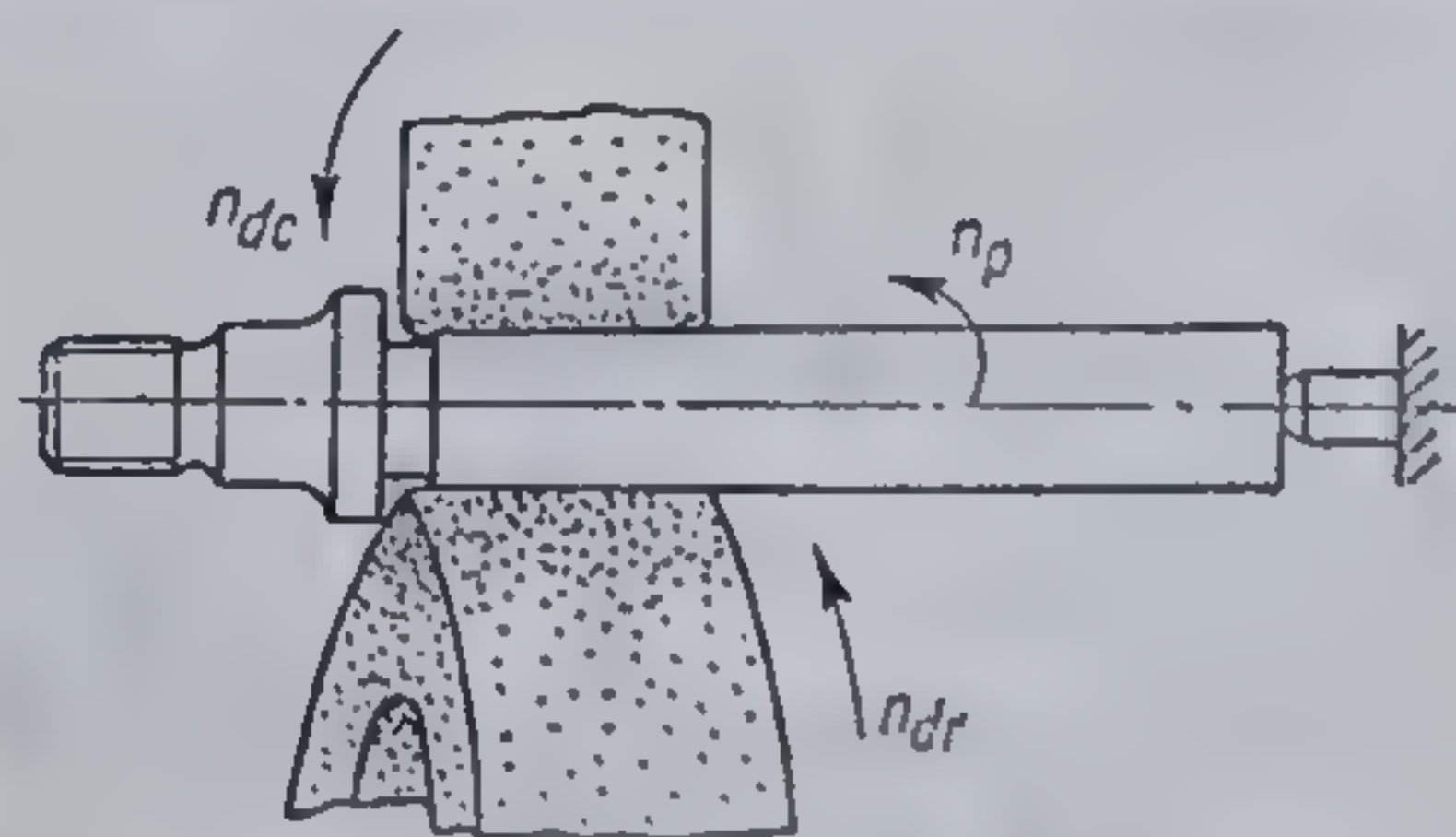


Fig. 14.28. Rectificarea fără vîrfuri cu avans transversal.

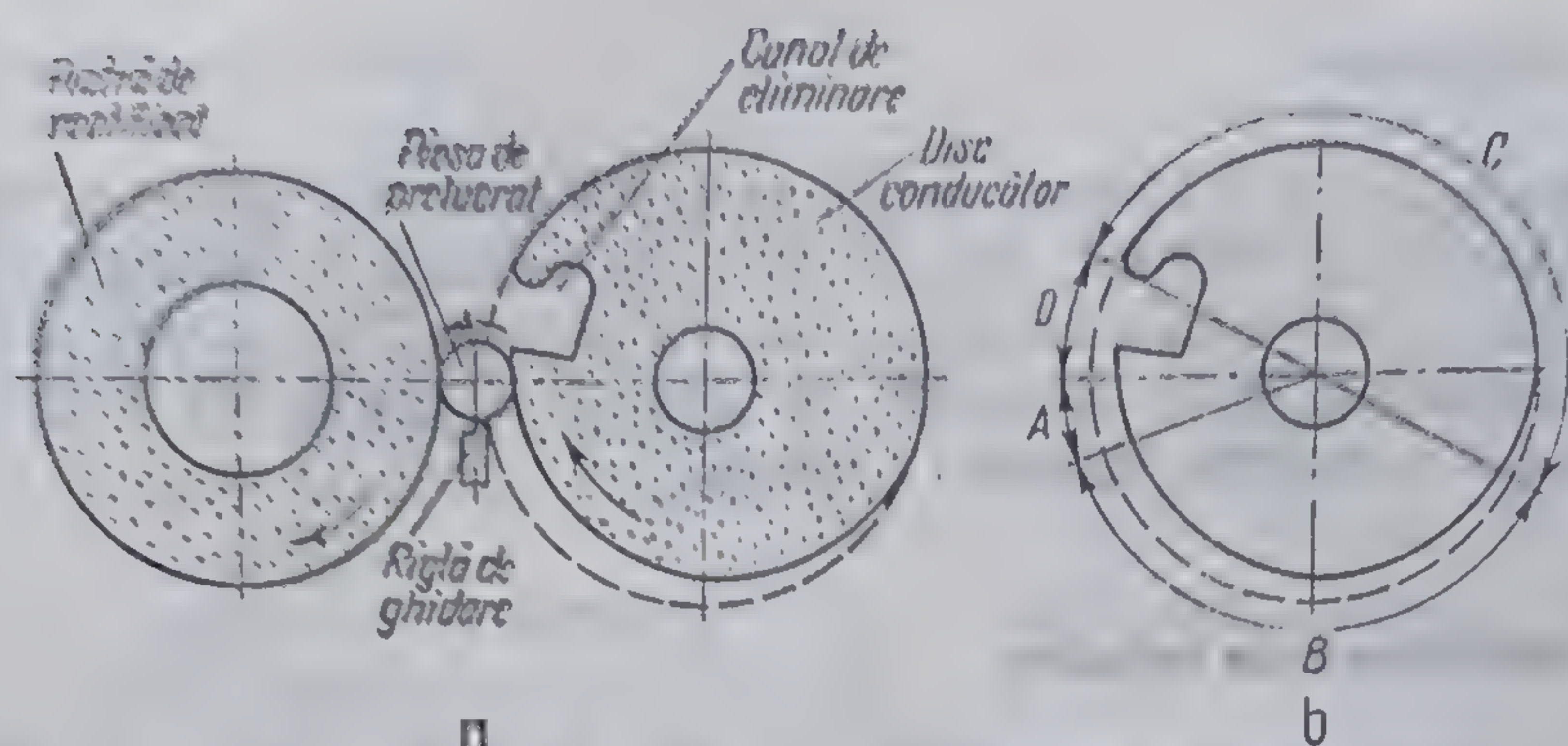


Fig. 14.29. Schema automatizării rectificării fără centre.

această metodă, se realizează o precizie înaltă a piesei prelucrate, datorită întrebunțării unei rectificări prealabile.

În procesul de rectificare, pentru evitarea încălzirii locale a piesei, se folosește o răcire abundentă, cantitatea de lichid variind între 20 și 200 l/min, în funcție de natura procesului.

Prin introducerea lichidului prin porii discului, lichidul intră mai bine în zona de așchiere și astfel se elimină o cantitate mai mare de căldură. De asemenea, lichidul micșorează frecarea, reduce uzura discului abraziv și împiedică îmbîcsirea acestuia cu așchii. Așchiile sînt îndepărtate prin lichidul care iese prin porii discului.

La prelucrările de rectificare, un rol important îl are echilibrarea discurilor; de aceea trebuie ca aceasta să se execute înainte de începerea lucrului.

9. TEHNOLOGIA PRELUCRĂRII DE NETEZIRE A SUPRAFETELOR ARBORILOR

Prelucrarea de netezire a suprafețelor pieselor are ca scop, îndeosebi, îmbunătățirea calității suprafeței, în vederea unei mai bune comportări la alunecare (frecare), a unei mai bune rezistențe la solicitări variabile, la coroziune etc.

Între procedeele folosite la prelucrările de netezire se amintesc: strunjirea de netezire, șeveruirea, rectificarea de netezire, rodarea, honuirea, vibronetezirea etc.

a. Strunjirea de netezire

Strunjirea de netezire se caracterizează prin viteză de așchiere foarte mare, folosindu-se în acest scop cuțite cu plăcuțe din material mineralo-ceramic sau din diamant. Rugozitatea suprafeței prelucrate prin această metodă este $R_a = 1,6 \dots 0,1 \mu\text{m}$. La strunjirea de netezire, parametrii regimului de lucru sînt: viteza de așchiere $v = 100 \dots 600 \text{ m/min}$ și avansul $s = 0,1 \text{ mm/rot}$.

b. Șeveruirea

Șeveruirea (fig. 14.30) se aplică în cazul arborilor netratați termic și cu o duritate sub 38 HRC. Procedeu se recomandă la producția în serie mare și în masă, după o strunjire de semifinisare, înlocuindu-se în acest mod rectificarea. Prin șeveruire se asigură o prelucrare ridicată și o rugozitate a suprafeței $R_a=0,1 \dots 0,8 \mu\text{m}$.

c. Rectificarea de netezire

Rectificarea de netezire se caracterizează printr-o viteză a discului de rectificat de 50—60 m/s și o viteză a piesei de 40—50 m/min. În cazul pieselor grele, viteza piesei este de 15—25 m/min. Productivitatea acestei metode de rectificare crește în comparație cu rectificarea obișnuită de 1,5—2 ori. Procesul se execută cu răcire abundentă, folosindu-se emulsie de apă cu 2% săpun.

d. Rodarea

Rodarea se execută în cazul suprafețelor cilindrice exterioare pe strung, pe mașina de rectificat sau pe o mașină specială și prin deplasarea axială alternativă a dispozitivului de rodat. Dispozitivul manual de rodat este o bucsă cilindrică 1, prevăzută în interior cu un inel elastic 2, care se poate regla la diametrul arborelui (fig. 14.31). Ca abraziv se utilizează o pastă formată dintr-un liant ce conține granule foarte fine de abraziv. Liantul este o substanță activă din punct de vedere chimic și poate avea diferite compoziții: ceară și parafină, amestecate cu seu și petrol lampant.

Procesul de rodare este intensificat de substanța activă din punct de vedere chimic care formează o peliculă moale, superficială, din metal oxidat ce se îndepărtează sub acțiunea granulelor abrazive. Viteza periferică a piesei de prelucrat variază între 6 și 30 m/min. Pentru obținerea unei suprafețe mai netede se utilizează viteze mai mici. Adaosul de prelucrare este de 0,005—0,02 mm, iar rugozitatea suprafeței prelucrate $R_a=0,012 \dots 0,4 \mu\text{m}$.

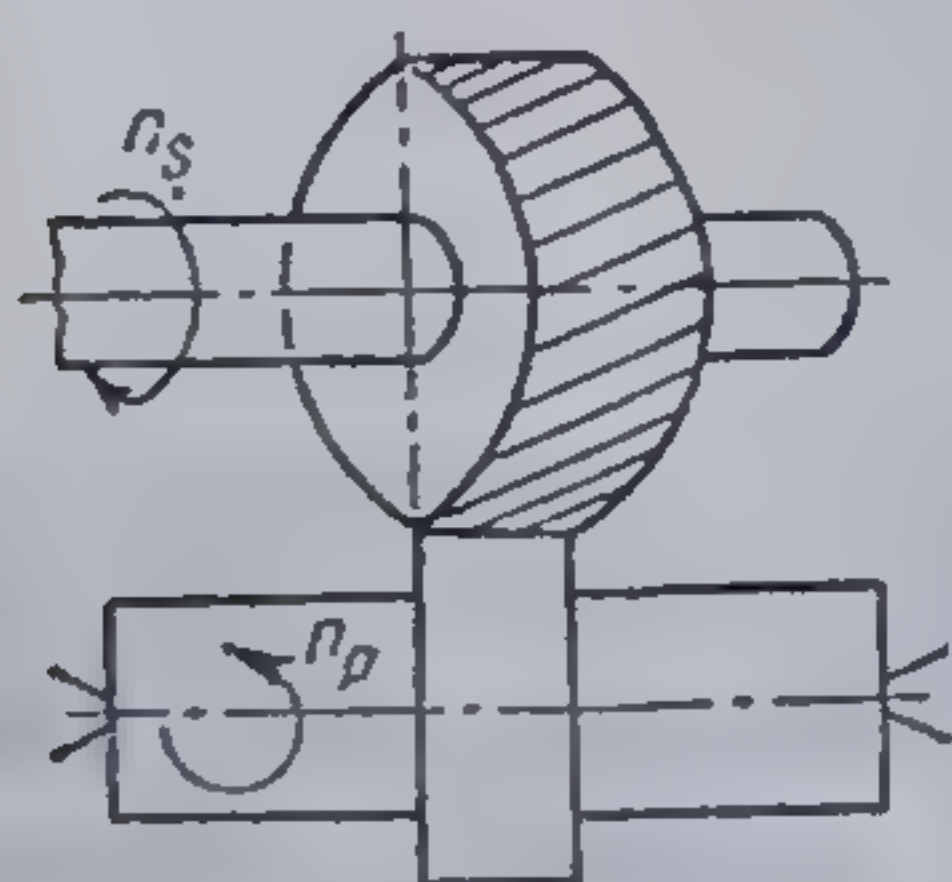


Fig. 14.30. Șeveruirea arborilor.

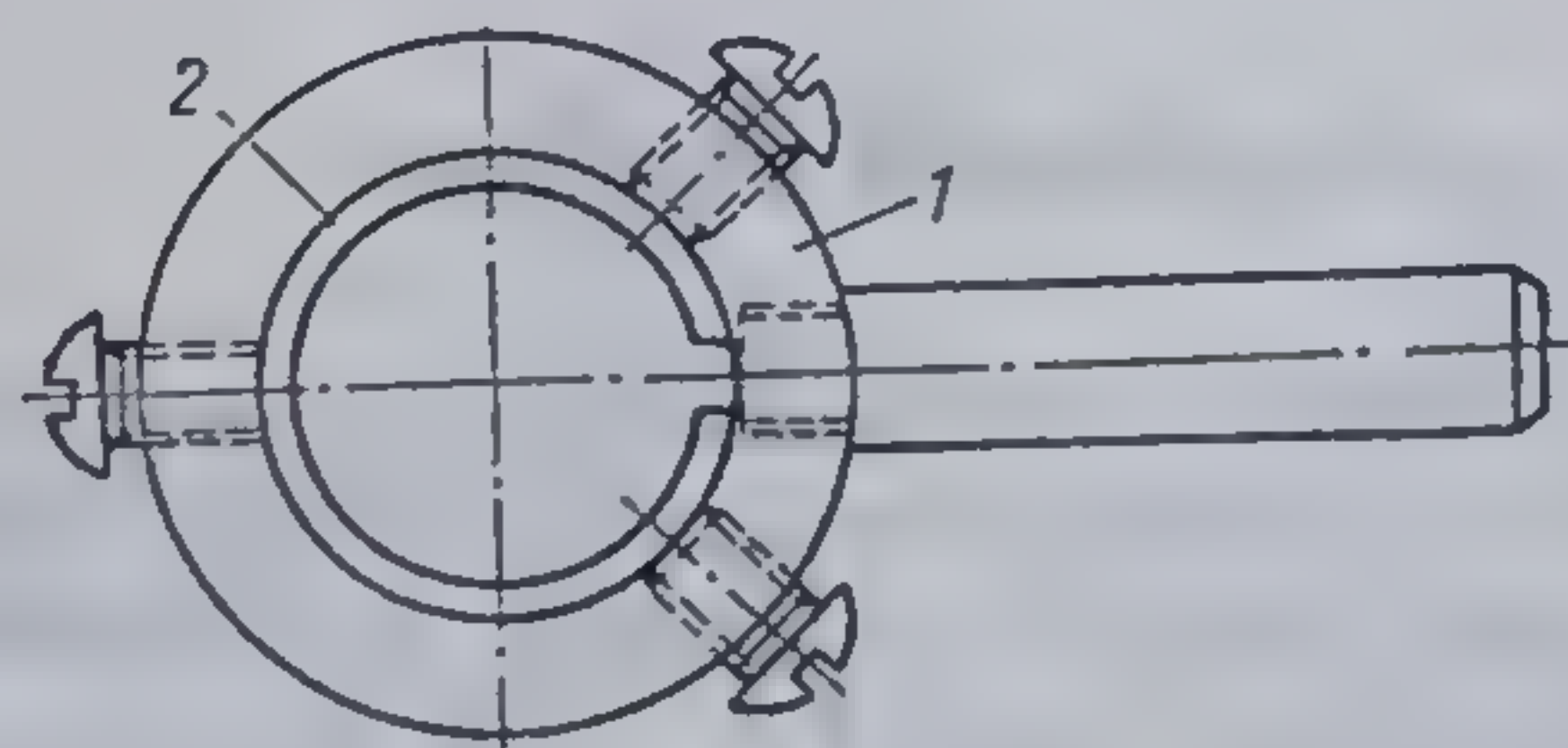


Fig. 14.31. Dispozitiv pentru rodarea manuală

e. Honuirea exterioară

Honuirea exterioară se folosește mai rar pentru prelucrarea de netezire a suprafețelor cilindrice exterioare. Este recomandabil să se aplice numai dacă nu există posibilitatea să se execute netezirea prin rectificare, o operație mai avantajoasă din toate punctele de vedere.

Honuirea exterioară se execută cu un dispozitiv special, pe care sînt fixate un număr de bare abrazive cu o granulație fină. Capul de honuit suprafețele cilindrice exterioare (fig. 14.32) este prevăzut cu brațe în care sînt fixate barele abrazive. Aceste brațe se pot deschide pentru a putea fi reglate pe suprafața de prelucrat. Honuirea se execută cu petrol și cu adaos de ulei. Adaosul de prelucrare pentru această operație este de 0,02—0,2 mm, iar rugozitatea suprafeței prelucrate $R_a=0,05 \dots 0,4 \mu\text{m}$.

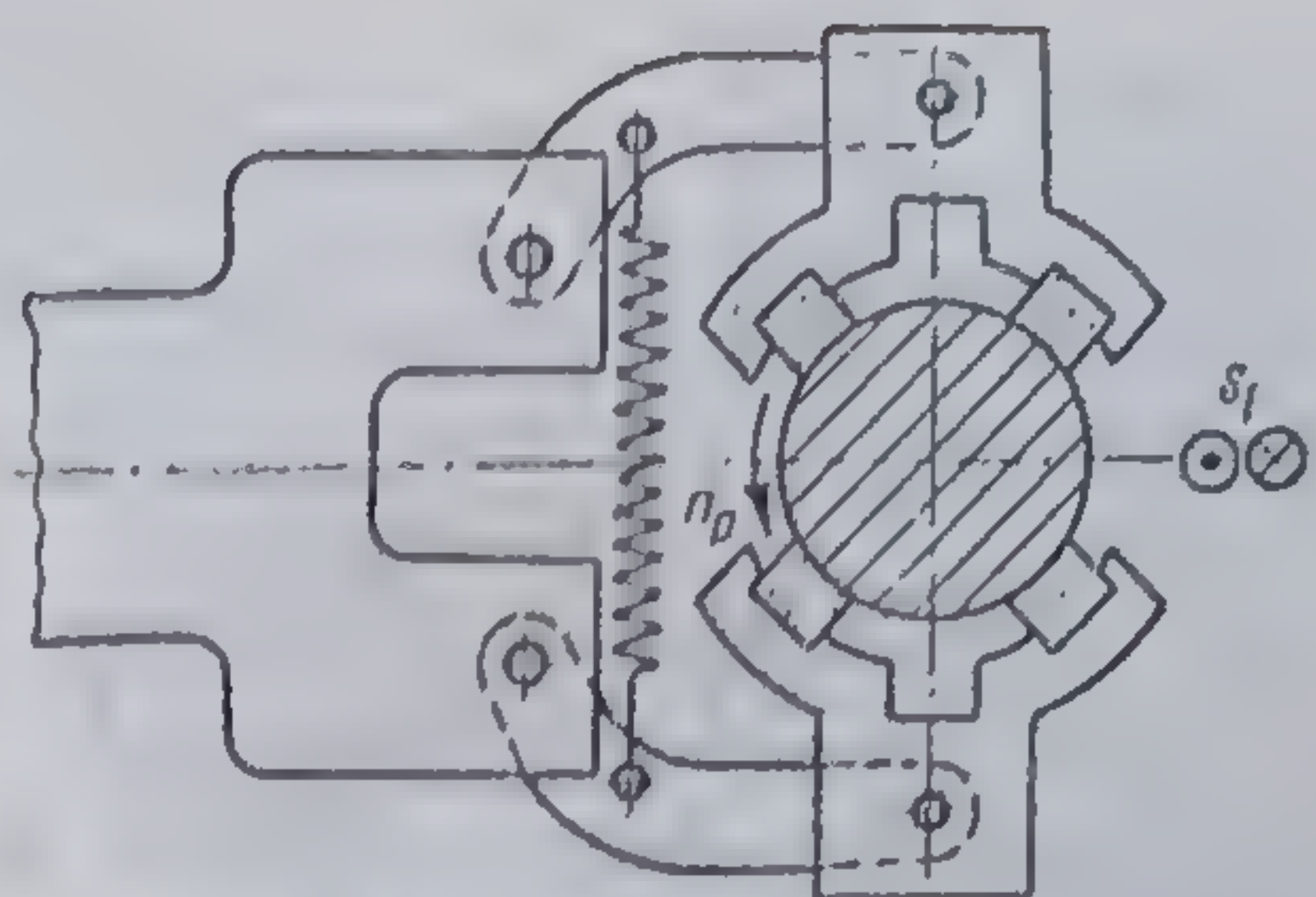


Fig. 14.32. Dispozitiv pentru rodat.

f. Vibronetezirea

Vibronetezirea este o metodă de netezire foarte fină și se aplică atât la arborii tratați, cât și la cei netratați termic. Operația constă dintr-o mișcare complexă a unor bare abrazive, apăsate elastic pe suprafața arborelui, care execută o rotație lentă. Mișcările de lucru constau din mișcarea de rotație a piesei, de 1—2 m/min, și mișcările scurte rectilinii-alternative ale barelor abrazive, cu o frecvență de 500—1 200 curse duble/min și cu lungimea cursei de 1,5—6 mm. Aceste bare abrazive au și o mișcare lentă de-a lungul axei arborelui de prelucrat, cu un avans longitudinal de 0,1 mm/rot. Rugozitatea suprafeței prelucrate obținute $R_a=0,01 \dots \dots 0,2 \mu\text{m}$, este în funcție de granulația prisme abrazive. Pentru evacuarea așchiilor, procesul este însoțit de o curgere abundentă a lichidului de răcire.

g. Prelucrarea de netezire a suprafețelor cilindrice exterioare prin deformare plastică

Această prelucrare se realizează prin apăsarea unor role sau bile pe suprafața de prelucrat. Forța de compresiune va provoca o deformare plastică a stratului superficial al materialului pieselor necălite. În acest fel, se produce o netezire, o tensionare și o ecruisare a stratului superficial. Aceasta face ca să crească rezistența la solicitările variabile și la uzură.

Procedeul se aplică de obicei la oțelurile nealiate după strunjirea de finisare, eliminându-se operația de cementare și de rectificare.

10. PRELUCRAREA SUPRAFEȚELOR CONICE EXTERIOARE

În construcția de mașini suprafețele conice exterioare au o largă răspîndire. Aceste prelucrări se pot executa pe strung și pe mașini de rectificat rotund. Mișcările de generare sînt identice cu cele de la strunjirea

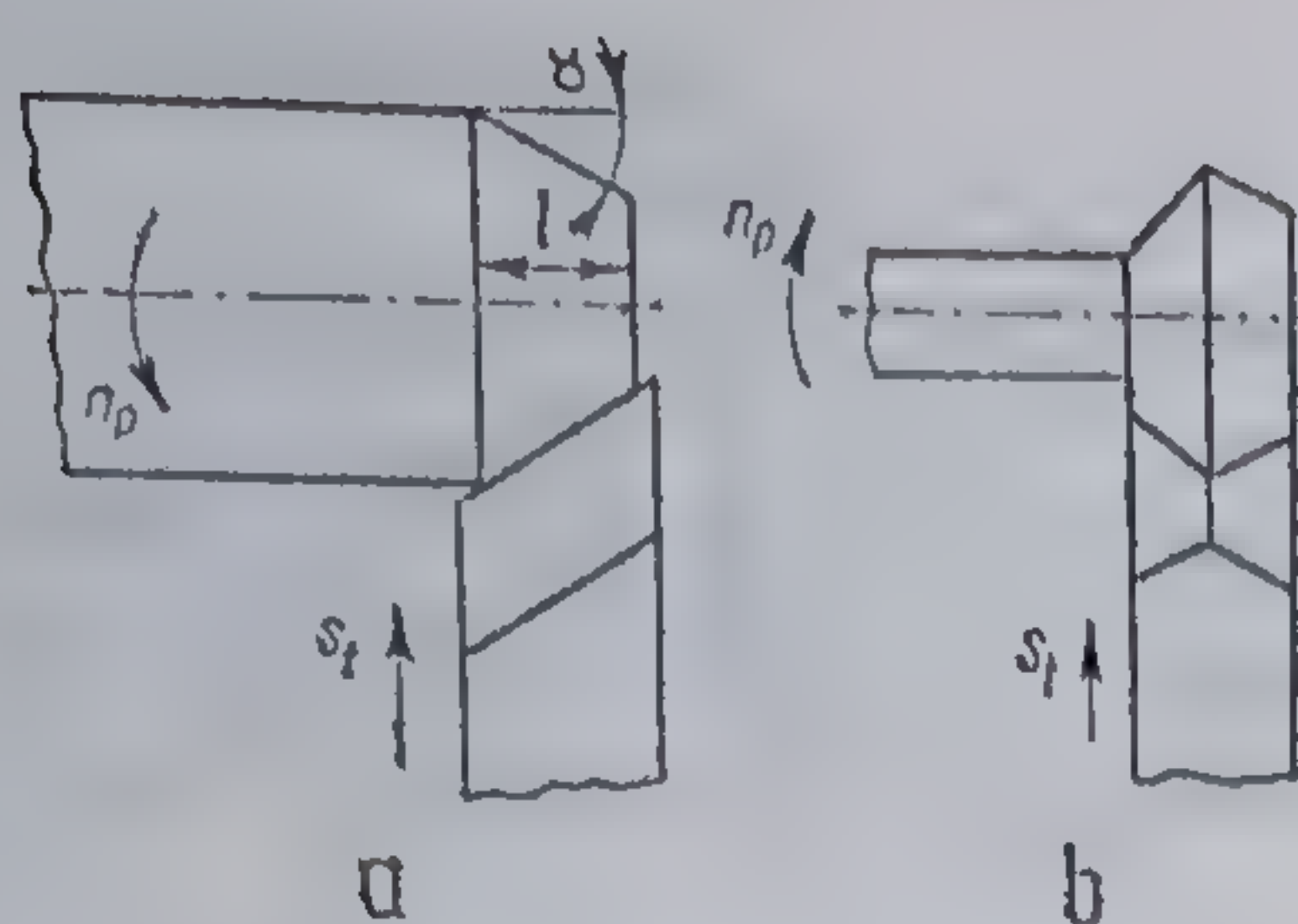


Fig. 14.33. Strunjirea suprafețelor conice:
a — cuțit lat de lățime mică;
b — cuțit profilat montat inversat.

cilindrică exterioară cu diferența că scula avansează sub un unghi față de axa de rotație.

a. Prelucrarea suprafețelor conice pe strung

Prelucrarea suprafețelor conice pe strung se poate executa prin unul din procedeele următoare:

- 1) *Strunjirea cu cuțit lat sau profilat* (fig. 14.33) se recomandă când generatoarea conului este relativ scurtă și se execută pe toate tipurile de strunguri.
- 2) *Strunjirea prin rotirea saniei portcuțit* cu un unghi egal cu jumătatea conului. Avansul cuțitului dealungul generatoarei conului se execută manual. Din această cauză, procedeul are productivitate redusă, iar suprafața obținută este de calitate inferioară.
- 3) *Strunjirea prin deplasarea transversală a păpușii mobile* în sens perpendicular pe axa strungului (fig. 14.34). Acest procedeu se folosește

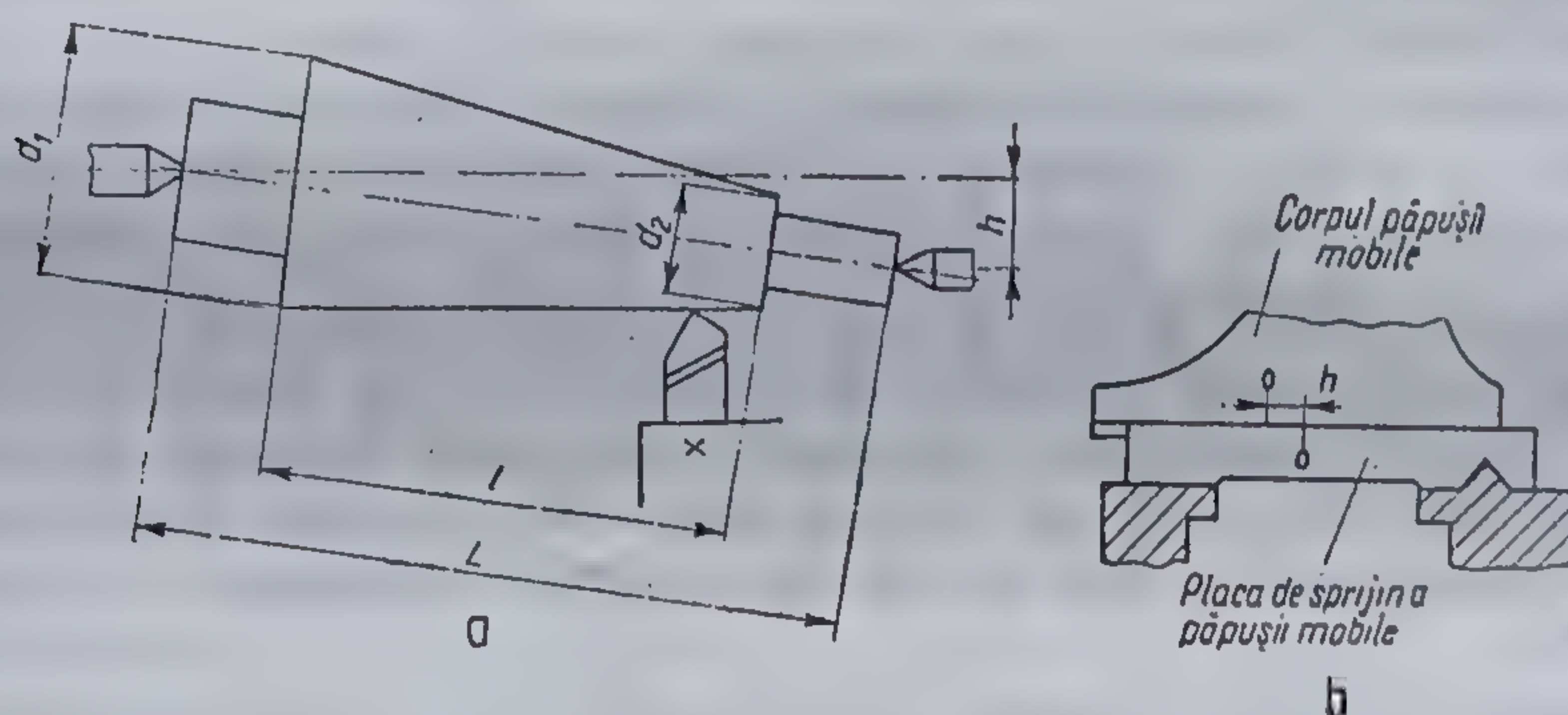


Fig. 14.34. Strunjirea conică:
a — schema strunjirii conice prin deplasarea transversală a păpușii mobile;
b — mărimea h a deplasării transversale a păpușii.

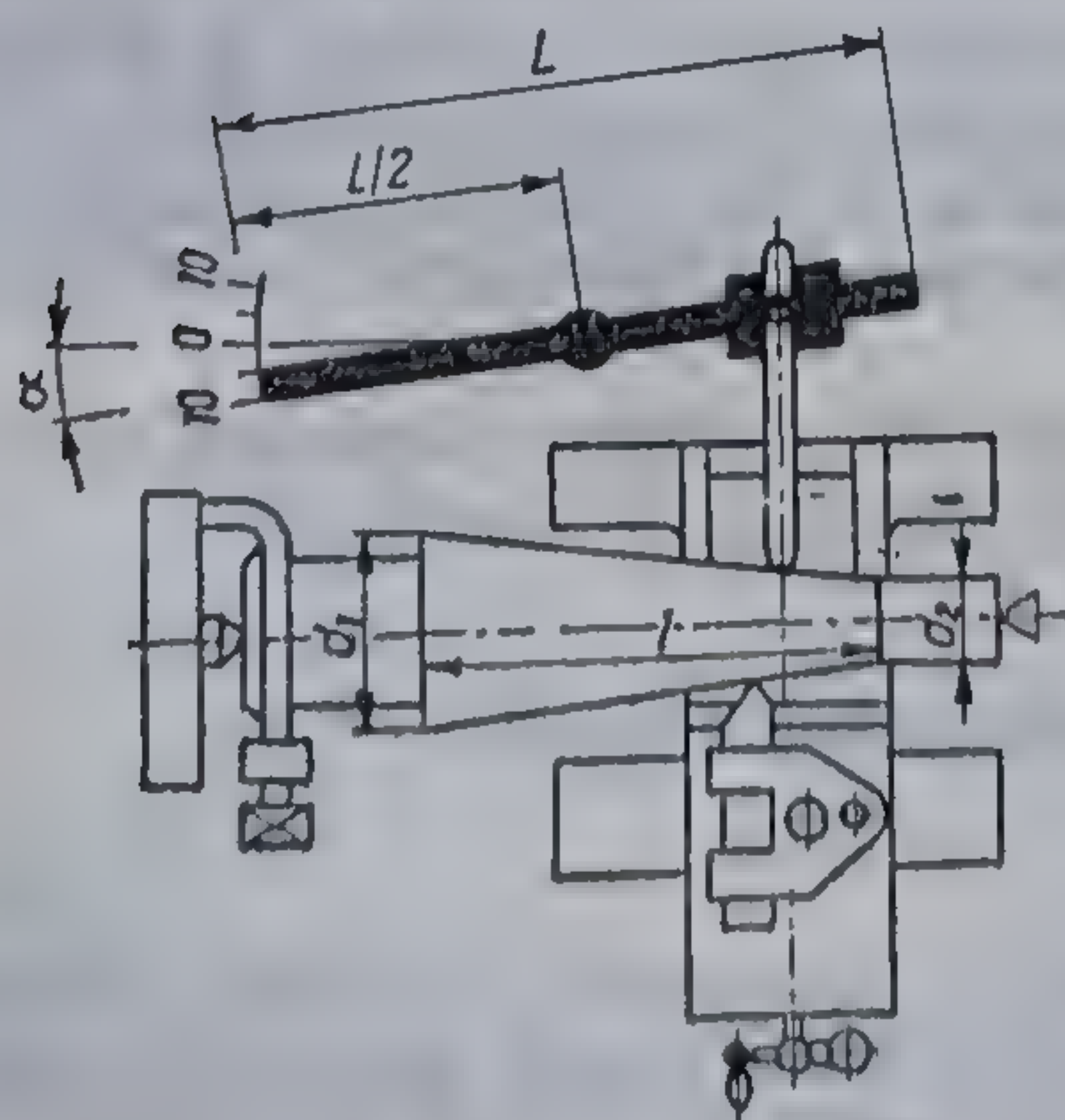


Fig. 14.35. Strunjirea conică cu ajutorul riglei de copiat.

la executarea pieselor conice lungi avînd o conicitate mică. Valoarea deplasării păpușii mobile rezultă din relația:

$$h = \frac{d_1 - d_2}{2l} \cdot L \text{ [mm]} \quad (14.6)$$

În acest caz se lucrează cu avans automat, rezultînd o calitate mai bună a suprafeței.

4) *Strunjirea cu ajutorul riglei de copiat* (fig. 14.35) este un procedeu prin care se prelucrează piese cu lungimi relativ mari cu avans automat. Unghiul de înclinație ce se poate realiza în mod obișnuit cu rigla de copiat este de 12—15°.

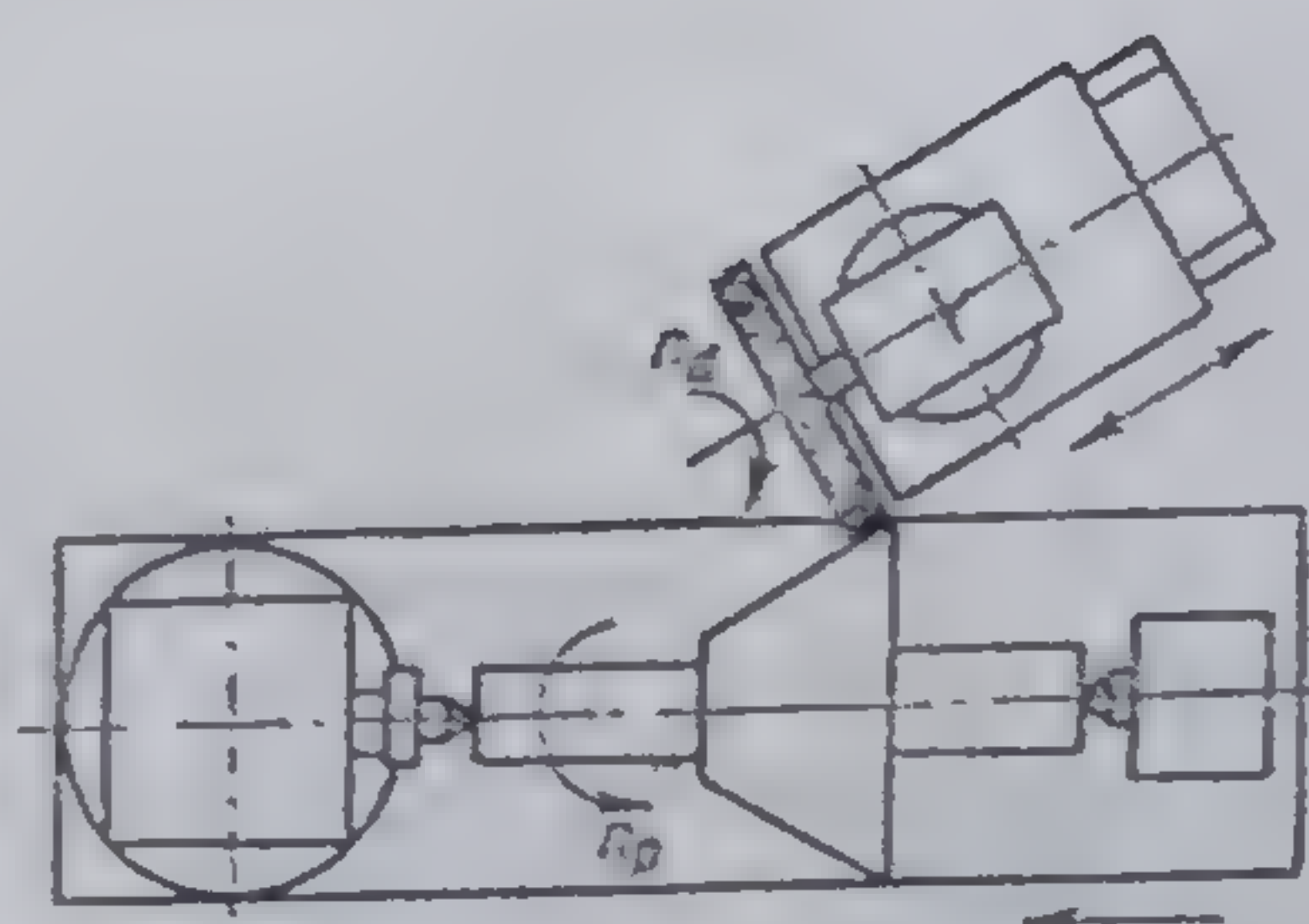


Fig. 14.36. Rectificarea suprafețelor conice prin rotirea păpușii portpiatră.

b. Rectificarea suprafețelor conice pe mașini de rectificat

Suprafețele conice exterioare se rectifică pe mașini de rectificat rotund prin rötirea mesei cu jumătatea unghiului conului. Masa mașinii se poate roti cu 12—14°, permițînd astfel executarea conicităților pieselor fixate între vîrfurile mașinii. Rectificarea se execută cu avans transversal sau longitudinal al pietrei, în raport cu lungimea suprafeței conice. Dacă piesele au conicitate mare, rectificarea se execută la mașinile la care este posibilă înclinarea capului de rectificat portpiatră cu jumătatea unghiului conului (fig. 14.36).

Rectificarea pieselor conice scurte se poate realiza și cu ajutorul pietrelor abrazive profilate, pe mașini de rectificat rotund sau pe mașini de rectificat fără centre prin avans transversal (metoda pătrunderii).

11. CONTROLUL EXECUȚIEI SUPRAFEȚELOR DE REVOLUȚIE EXTERIOARE

Mijloacele folosite la verificarea pieselor de tipul arborilor se aleg în funcție de precizia de execuție, de numărul de bucăți și de gradul de automatizare al proceselor tehnologice. Astfel, la degroșare, în cazul producției de unicate și de serie mică, se vor folosi șublere sau micrometre, iar în cazul producției în serie mare — calibre limitative. Controlul diametrelor pieselor după executarea operației de finisare se va realiza cu ajutorul aparatelor de măsurat și control de o precizie mai ridicată ca: micrometre, pasametre, ortoteste etc., după cum precizia de execuție este mai mare sau mai mică. În cadrul aceleiași operații de finisare, dacă producția este în serie mare și în masă (cînd procesele de producție sînt mecanizate sau automatizate) se impune utilizarea mijloacelor de control activ cu o productivitate ridicată.

Creșterea productivității operației de control final se poate realiza prin folosirea unor dispozitive de control automat sau semiautomat (transductoare), precum și cu dispozitive de tipul celui din figura 14.37. În

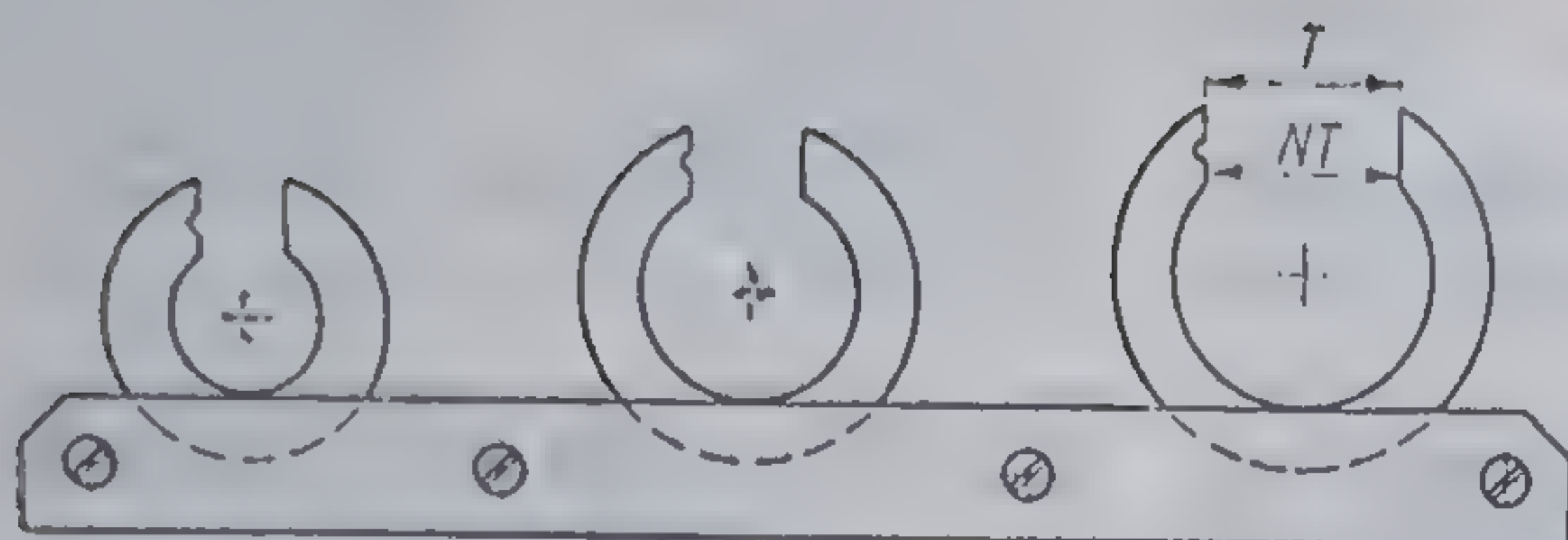


Fig. 14.37. Dispozitiv de control multidimensional cu calibre limitative pentru verificarea succesivă a dimensiunilor.

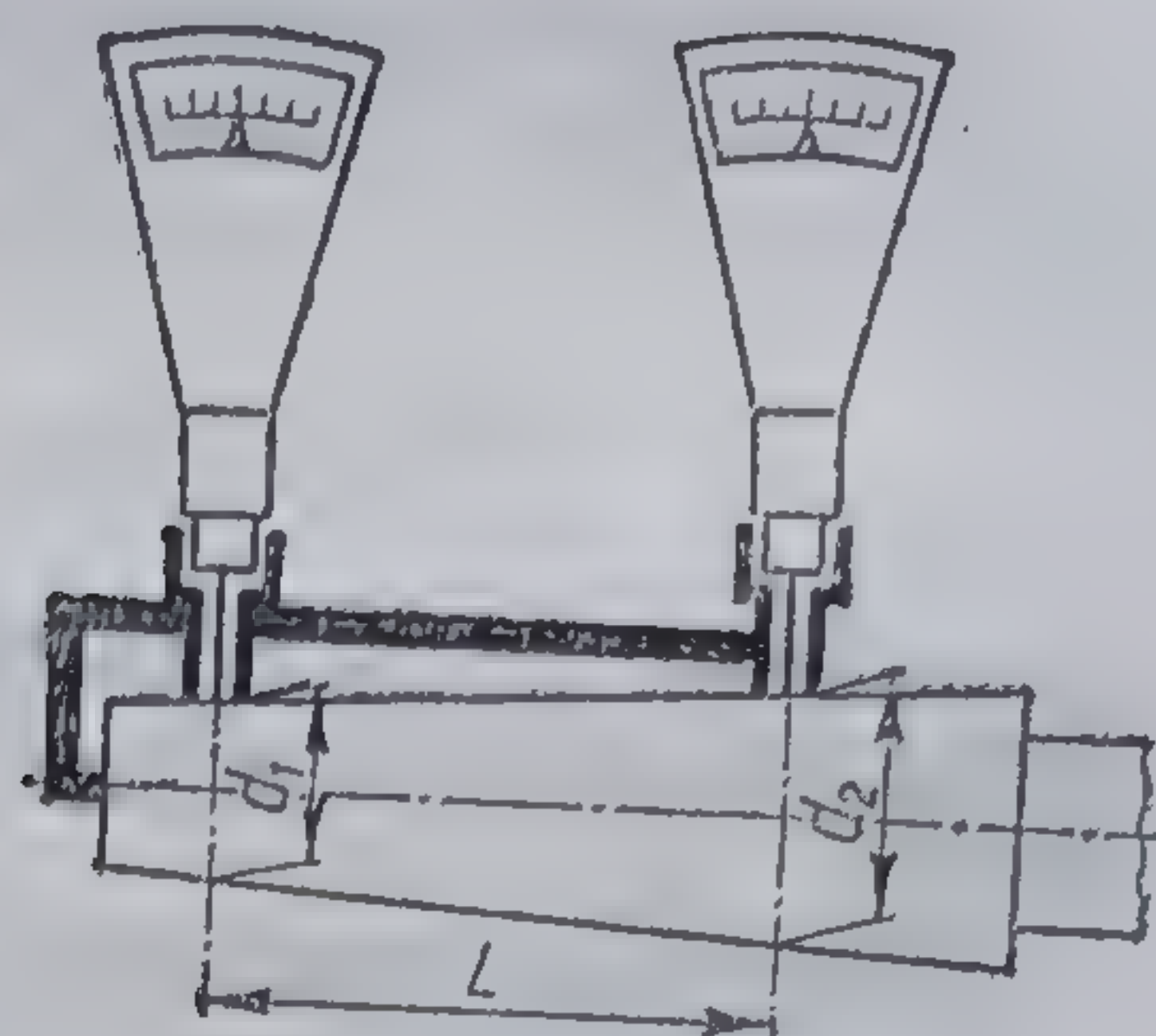


Fig. 14.38. Dispozitiv pentru controlul simultan al mai multor dimensiuni.

figura 14.38 este reprezentat un dispozitiv pentru controlul simultan al mai multor dimensiuni (d_1 și d_2).

Suprafețele de revoluție exterioară conice la producția de unicate și de serie mică se verifică cu mijloace de măsurat universale, prin metode directe sau indirecte. La producția în serie mare și în masă se vor folosi calibre limitative.

Starea suprafeței (rugozității) se va verifica cu ajutorul mostrelor de rugozitate, iar în cazurile mai deosebite cu ajutorul microscopelor de rugozitate. Abaterile de formă se controlează cu mijloacele folosite la controlul dimensional.

12. MĂSURI DE TEHNICĂ A SECURITĂȚII MUNCII LA PRELUCRAREA SUPRAFEȚELOR DE REVOLUȚIE EXTERIOARE

În afară de aplicarea regulilor generale de tehnică a securității muncii se va ține seama și de normele de tehnică a securității muncii legate de specificul operațiilor de prelucrare a suprafețelor de revoluție exterioare și de tipurile mașini-unelte pe care se execută, cum ar fi:

— pentru prevenirea accidentelor cauzate de așchiile care se detașează în procesul de așchiere se vor folosi ecrane, apărătoare și ochelari de protecție;

— pentru evitarea antrenării în mișcare a îmbrăcăminte de protecție de către dispozitivele de fixare a piesei sau a sculei așchietoare aflate în mișcare de rotație se vor folosi carcase de protecție;

— asigurarea împotriva electrocutării se realizează prin punerea la pământ a mașinii-unelte, astfel ca orice contact accidental al părții metalice a mașinii cu vreun circuit de curent electric să fie inofensiv pentru lucrător. Legarea la pământ se va verifica periodic.

În vederea ușurării muncii fizice, piesele grele vor fi manipulate cu ajutorul mașinilor și dispozitivelor de ridicat și transportat.

VERIFICAREA CUNOȘTINȚELOR

1. Să se arate în ce constau operațiile pregătitoare și modul de realizare a lor în cazul producției individuale și în masă.
2. Utilizându-se tabelele 14.1 și 14.2 să se aleagă elementele regimului de așchiere pentru strujirea unui arbore neted cu diametrul de 80 mm. Semi-fabricatul este un oțel laminat cu diametrul de 85 mm. De asemenea, să se precizeze valorile parametrilor geometrici ai sculei folosite în acest scop.
3. Să se arate în câte feluri se poate realiza strunjirea de degroșare a arborilor netezi și în trepte și să se justifice fiecare variantă prin prisma productivității.
4. Să se compare din punct de vedere economic procesul de prelucrare a arborilor prin strunjire, frezare și broșare și să se menționeze situațiile în care se obțin cele mai bune rezultate.
5. Să se stabilească tehnologia de execuție a unui arbore în trei trepte de tip mijlociu, în condițiile producției în masă, care trebuie să se încadreze în calitatea a 5-a de precizie ISO.
6. Să se stabilească tehnologia de execuție a unui arbore în trei trepte de tip mijlociu în condițiile unei producții individuale, care trebuie să se încadreze în calitatea a 5-a de precizie ISO (Se va arăta prin ce diferă cele două tehnologii).
7. Să se arate ce se urmărește prin netezirea suprafețelor, metodele folosite în acest scop, particularitățile și modul de realizare a fiecărei metode în parte.
8. Care sînt metodele de strunjire conică exterioară recomandate la piesele lungi? Să se precizeze cum se realizează practic.
9. Care sînt principalele norme de tehnică a securității muncii de care trebuie să se țină seama la prelucrarea pieselor de tipul arborilor?

CAPITOLUL 15

PRELUCRAREA SUPRAFEȚELOR DE REVOLUȚIE INTERIOARE

Suprafețele de revoluție interioare pot fi prelucrate prin diferite metode, în funcție de precizia și calitatea suprafeței ce se pot realiza. Acestea sînt: prelucrarea cu burghiul elicoidal sau lat, prelucrarea cu adîncitorul, alezarea, strunjirea interioară, broșarea, rectificarea, lepuirea (rodarea), honuirea, superfinisarea alezajelor.

La prelucrarea suprafețelor interioare se întîmpină unele greutăți, ținîndu-se seama că se lucrează cu scule care au o rigiditate mai mică, poziția de lucru este mai dificilă, scula este condusă mai greoi, nu se poate observa cum lucrează scula etc.

După raportul dintre lungime și diametru l/d alezajele pot fi: scurte, cînd $l/d < 0,5$; normale, dacă $0,5 < l/d < 3$; lungi, cînd $3 < l/d < 10$ și adînci cu raportul $l/d > 10$.

Pentru diverse procedee de prelucrare a alezajelor, precizia este cuprinsă în calitățile 1—10 ISO și este în strînsă legătură cu raportul l/d . Cu cît acest raport este mai mic, cu atît precizia de prelucrare este mai mare.

În figura 15.1 sînt reprezentate tipurile de găuri mai des întîlnite.

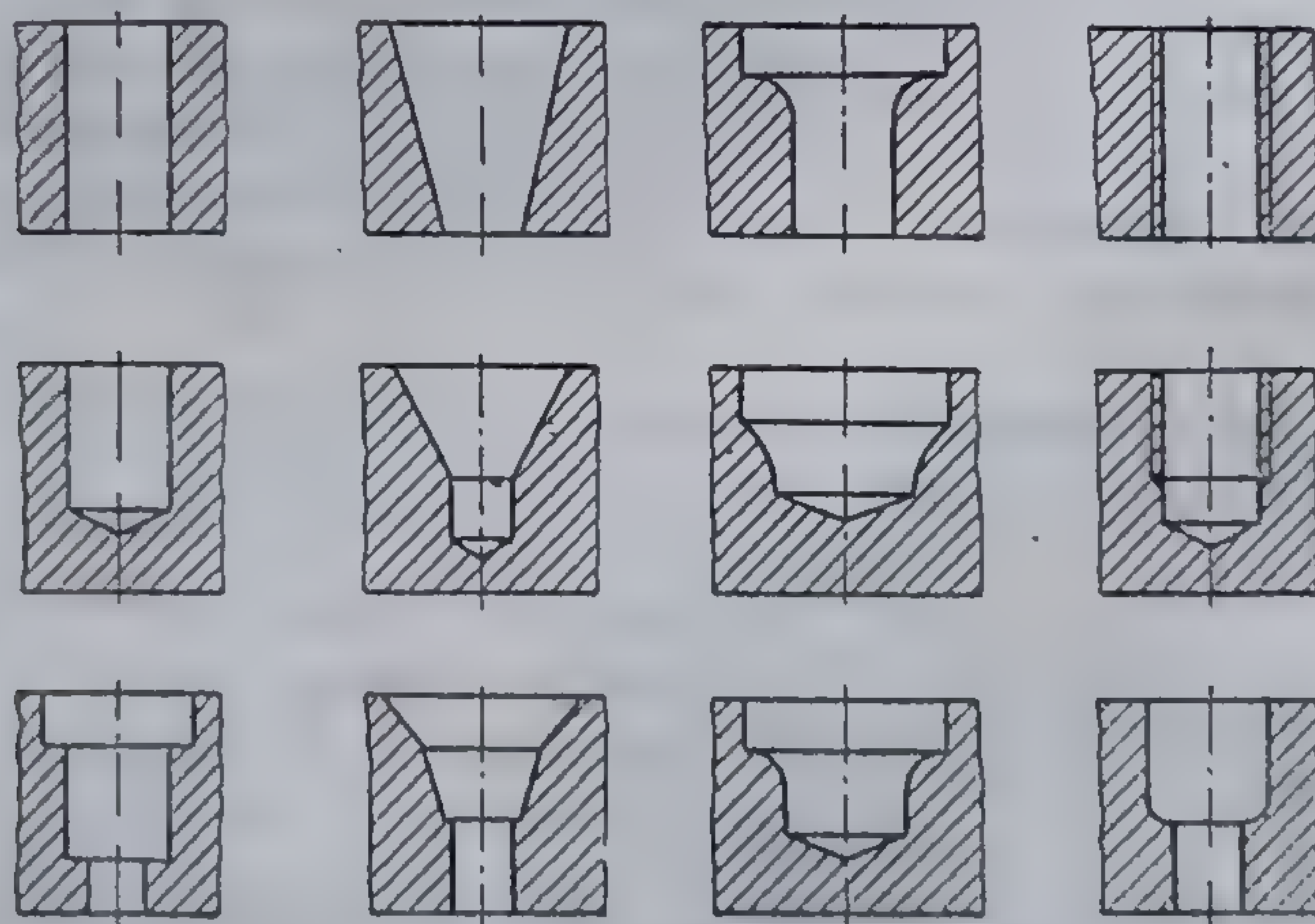


Fig. 15.1. Tipuri de găuri.

1. PRELUCRAREA ALEZAJELOR CU BURGHIUL

Alezajele se execută prin aşchiere pornindu-se de la un material plin sau de la găuri obţinute în prealabil prin turnare, forjare sau ştanţare.

Pentru executarea găurilor în material plin, se utilizează scule numite *burghie*, iar operaţia se numeşte *burghiere*.

La operaţia de burghiere, ca de altfel la toate operaţiile de prelucrare a alezajelor, se deosebesc două mişcări generatoare: una de rotaţie, în jurul axei alezajului, care formează mişcarea principală, şi una de avans, paralelă cu axa alezajului. Aceste mişcări pot fi executate fie amîndouă de către burghiu (cazul prelucrării pe maşini de burghiat), fie una de piesă şi alta de burghiu (cazul prelucrării pe strung sau alte maşini-unelte).

a. Scule folosite la burghiere

În funcţie de construcţia lor, burghiile pot fi: elicoidale, late (plate) şi speciale. Burghiile se execută din oţel carbon de scule (OSC) sau din oţel rapid.

1) *Burghiile elicoidale* sînt cel mai mult utilizate datorită faptului că prin forma lor constructivă îşi păstrează diametrul după reascuţire, asigură o bună ghidare pe faţetele laterale, permite realizarea unor unghiuri de degajare γ şi de aşezare α corecte şi asigură eliminarea aşchiilor formate.

În figura 15.2 sînt reprezentate elementele şi unghiurile constructive ale burghiului elicoidal. Partea utilă este prevăzută cu două canale elicoidale ale căror intersecţii cu vârful conic formează muchiile de aşchiere

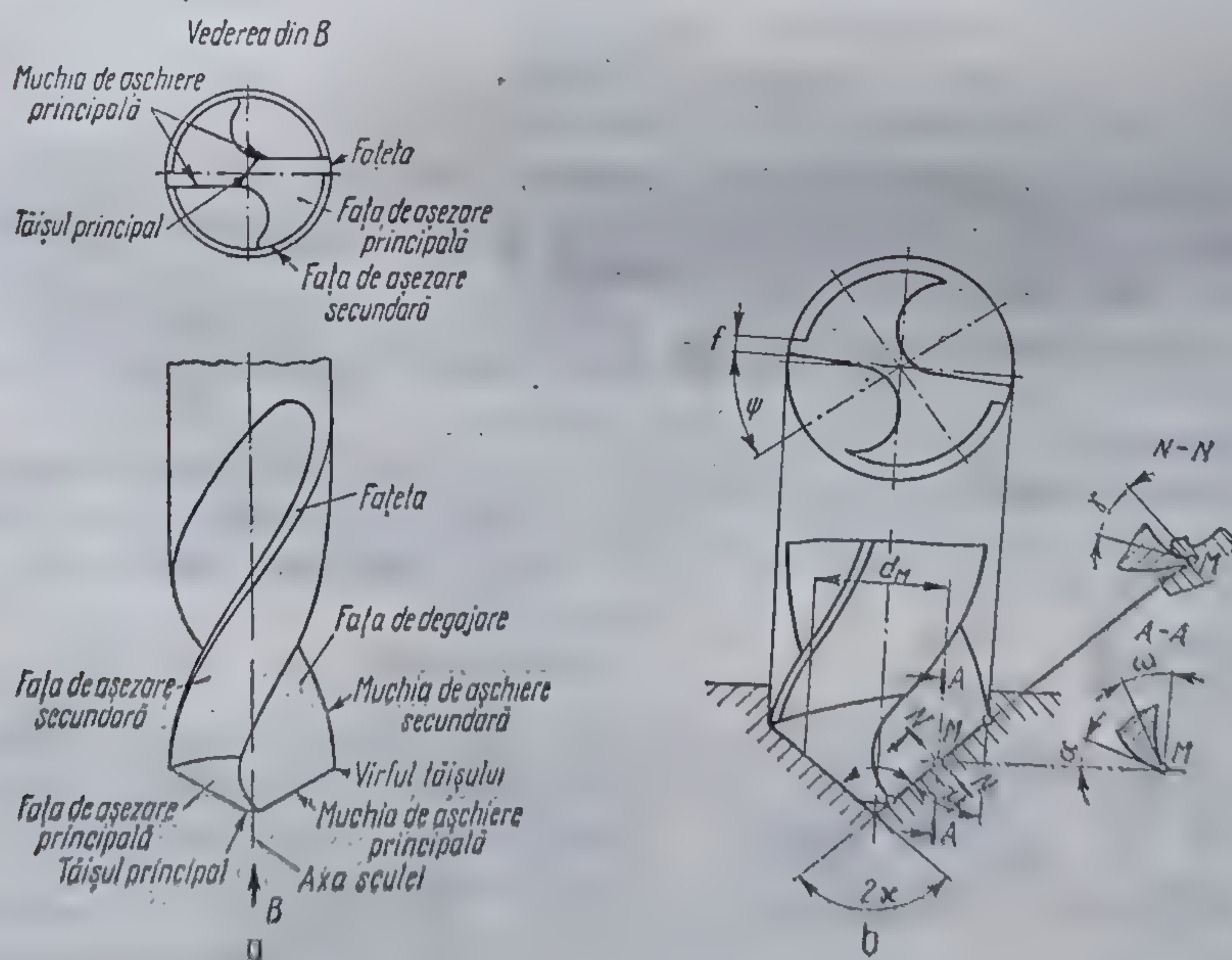


Fig. 15.2. Burghiu elicoidal:
a — elemente constructive; b — unghiurile constructive.

principale, canale care permit eliminarea așchiilor și pătrunderea lichidului de răcire în timpul prelucrării. Coada sculei, care constituie partea de fixare, poate avea forma cilindrică sau conică. Forma cozii burghiului depinde de diametrul său d . Burghiele spirale cu coadă cilindrică, din cauza erorilor de fixare, asigură la prelucrare o precizie de 2—3 ori mai mică decât acelea cu coadă conică.

Unghiul de așezare α este format între tangenta la suprafața de așezare în punctul de intersecție M și planul tăișului. El se măsoară într-un plan $A-A$, paralel cu axa burghiului și tangent în punctul considerat la cercul descris de punctul M . Tot în acest plan se măsoară și unghiul de înclinare al elicei ω . El este format de desfășurata liniei elicoidale și axa burghiului.

$$\operatorname{tg} \omega = \frac{\pi d}{P_E}, \quad (15.1)$$

în care:

d este diametrul burghiului;
 P_E — pasul elicei.

Odată cu creșterea unghiului ω crește și unghiul γ , îmbunătățindu-se astfel condițiile de așchiere, în schimb rigiditatea burghiului scade. Valorile recomandate pentru unghiul ω variază între 25 și 30°. Unghiul de degajare γ este format între tangenta la suprafața de degajare în punctul considerat și planul de bază constructiv. Unghiul se măsoară într-un plan normal $N-N$ pe direcția tăișului în punctul considerat. Datorită canalului elicoidal, unghiul de degajare γ variază în lungul tăișului conform relației:

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{d_M \cdot \operatorname{tg} \omega}{d \cdot \sin \kappa}, \quad (15.2)$$

fiind maxim la periferie și minim la centru.

Unghiul la vîrf 2κ este format între proiecțiile tăișurilor principale pe un plan axial paralel cu planul de bază.

La burghiele elicoidale normale, unghiul la vîrf 2κ este de 118°; pentru materiale dure, cu peste 70 daN/mm², acest unghi se alege între 130 și 140°, iar pentru materiale moi între 80 și 90°.

Unghiul de înclinare ψ al tăișului transversal este format între proiecția tăișului transversal și a tăișului principal pe un plan normal pe axa burghiului.

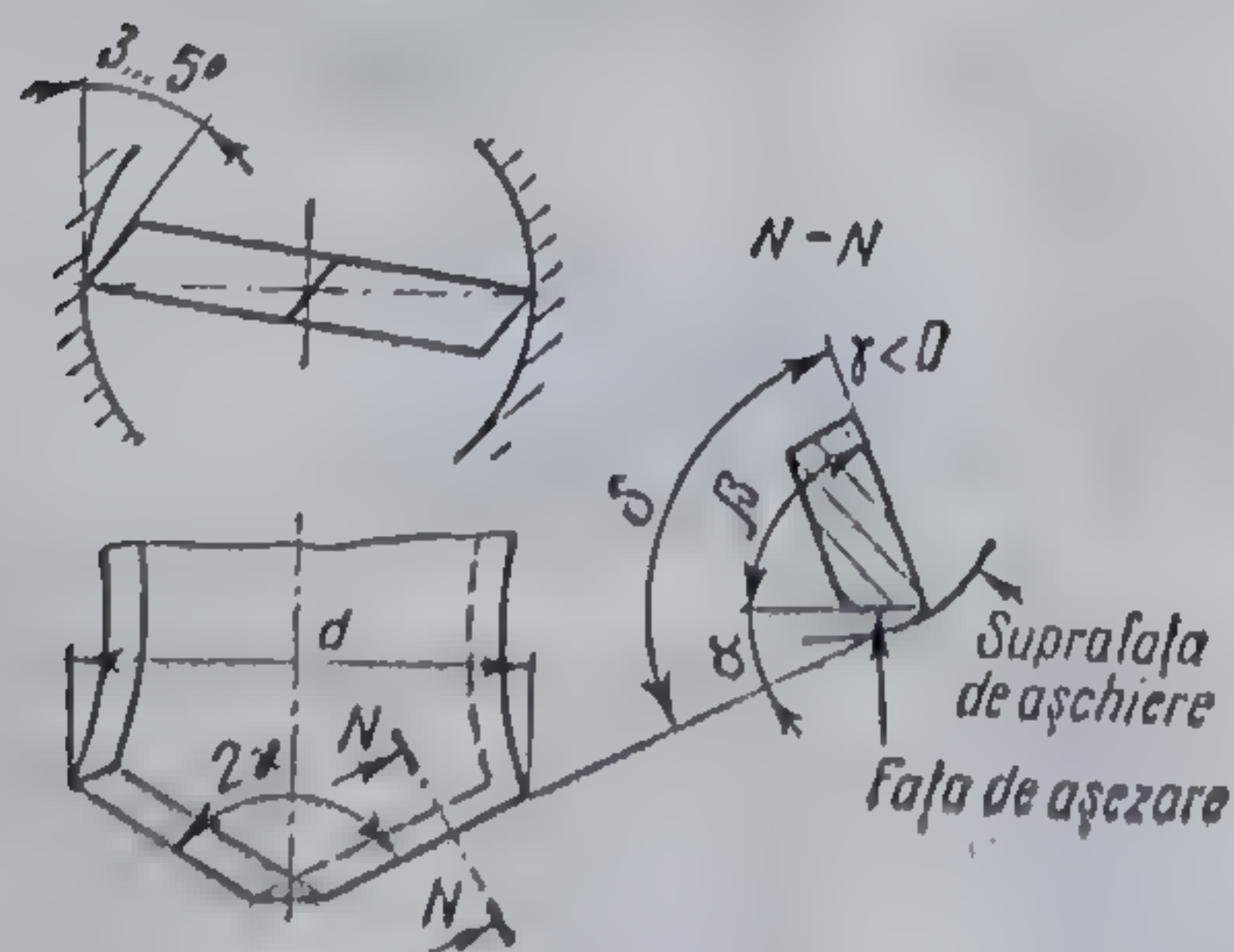


Fig. 15.3. Geometria părții active a burghielor late.

2) *Burghiele late*, denumite plate sau lance, sînt folosite la executarea găurilor de diametre mici (0,05—0,2 mm) pentru care execuția burghielor elicoidale este dificilă sau chiar imposibilă, precum și pentru diametre mari și pentru găuri adînci. Sînt executate din sîrmă sau din bară de oțel deformată plastic la un capăt a se realiza partea activă prin rectificare.

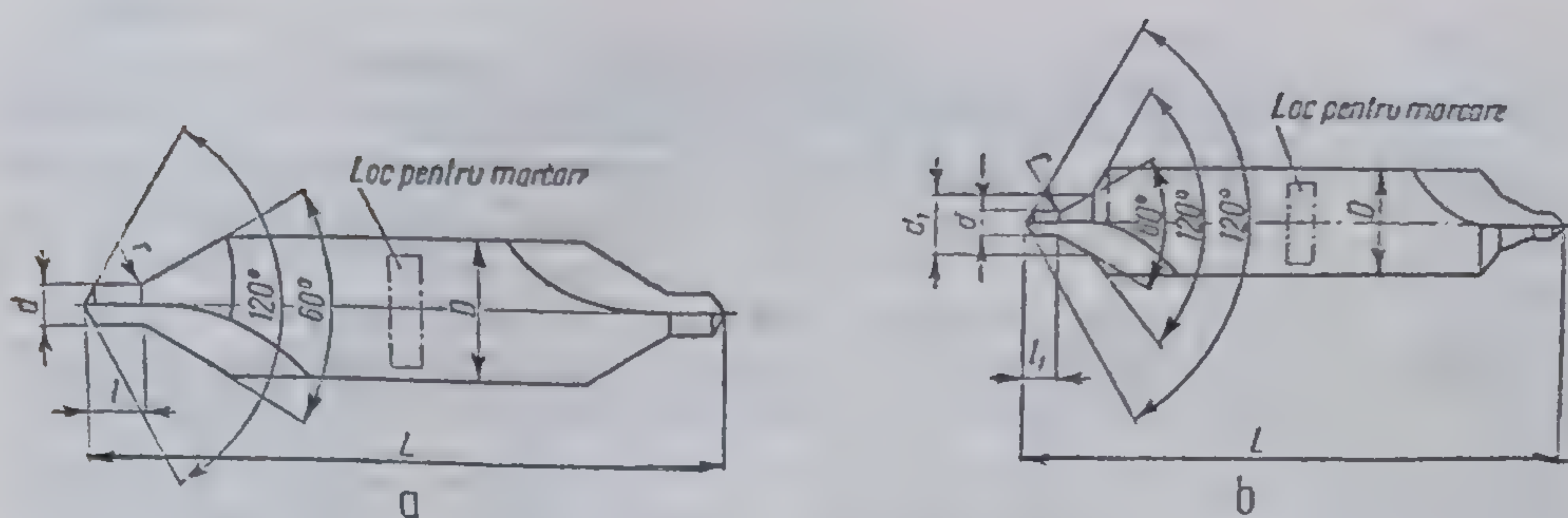


Fig. 15.4. Burghiu de centrare:
a — simplu; b — cu con de protecție.

Burghiile late de dimensiuni mari se execută din două bucăți. Geometria părții active a acestor burghie rezultă din figura 15.3. Inconvenien-
tul principal al burghiilor late constă în faptul că, avînd unghiul de de-
gajare mic sau egal cu zero, nu asigură evacuarea așchiilor.

3) *Burghiile speciale* sînt destinate executării alezajelor de un anumit
profil, adînci sau de diametre mari.

a) *Burghiile pentru găuri de centrare (de centruire)*. Găurile de cen-
trare se pot executa cu scule simple (burghiu elicoidal și adîncitor conic)
sau cu burghie de centruire.

În figura 15.4, a este reprezentată construcția unui burghiu de cen-
truire. După cum se vede, burghiul de centruire constă în unirea unui
burghiu elicoidal cu un adîncitor conic sau cu două adîncitoare conice
(fig. 15.4, b), după cum acestea sînt cu sau fără con de protecție. Forma
și dimensiunile acestor tipuri de burghie sînt date în STAS 1114-73.

d) *Burghie pentru alezaje adînci*. Executarea alezajelor adînci creează
dificultăți în privința conducerii și răcirii burghiului și evacuării așchiilor.

În vederea rezolvării acestor probleme este necesară executarea unor
burghie speciale. În ceea ce privește mărirea rigidității burghiului și mic-
șorarea devierii acestuia, este recomandabil ca mișcarea principală de ro-
tație să fie efectuată de semifabricat.

La executarea alezajelor adînci se folosesc mai frecvent următoarele
tipuri de burghie:

— burghie elicoidale (fig. 15.5) cu canale pentru dirijarea lichidului
de răcire, ungere și evacuare a așchiilor. Lichidul sub presiune (25—30)
bari este trimis prin canalele executate în dinții burghiului pînă la locul
de așchiere, după care se întoarce, antrenînd cu el așchiile, pe canalele
elicoidale ale acestuia.

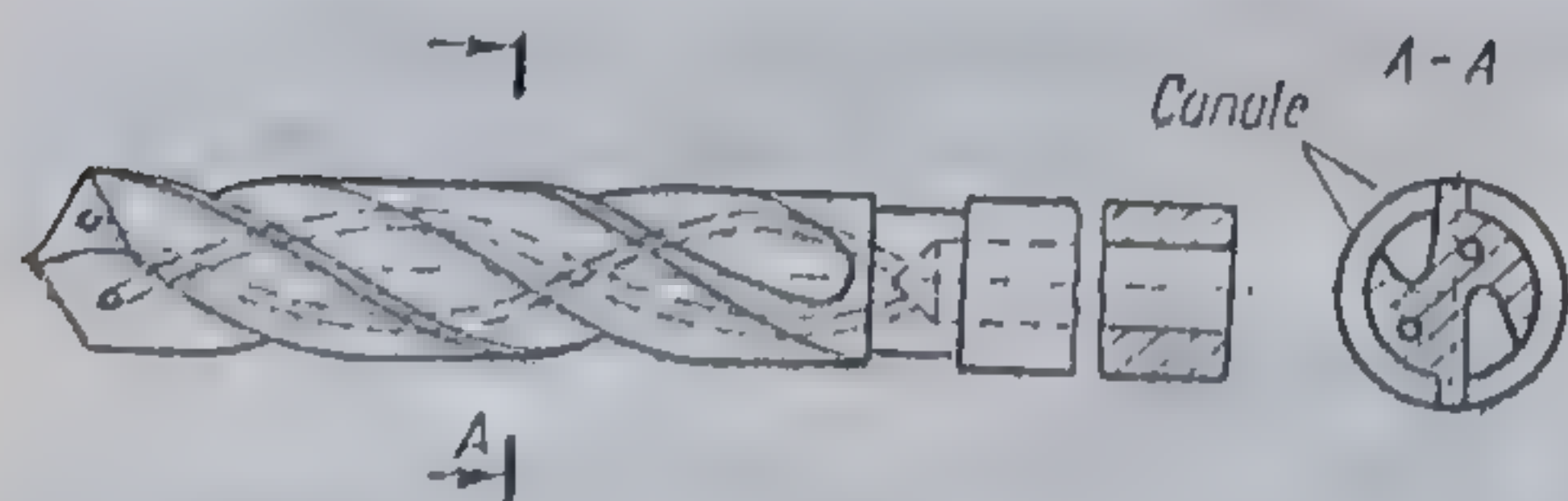


Fig. 15.5. Burghiu elicoidal cu canale pentru
lichid de răcire.

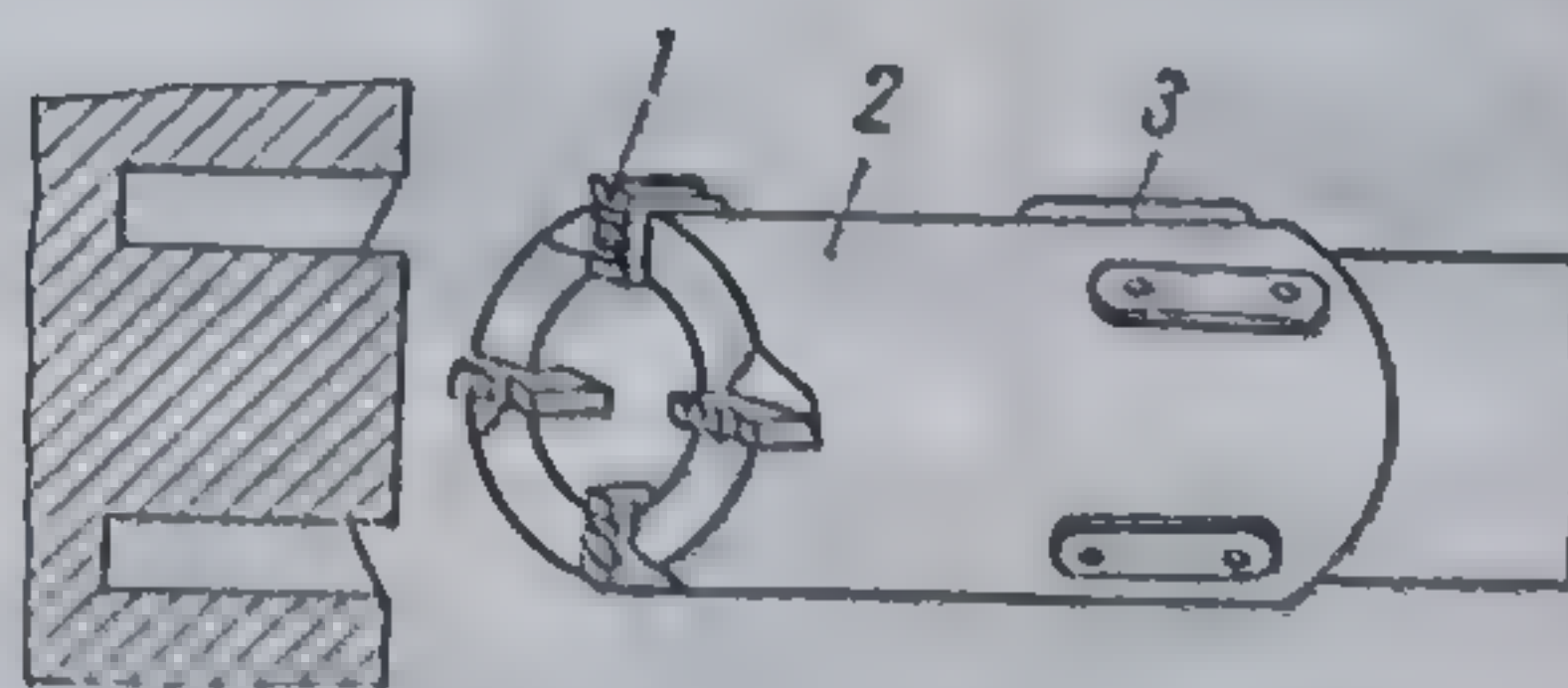


Fig. 15.6. Burghiu inelar.

Tabelul 15.1

Avansuri recomandate la burghiere — s (mm/rot)

Materialul prelucrat	Condiții de lucru	Diametrul burghiului, mm											
		1—2	2—5	5—7	7—9	9—12	12—15	16—20	20—25	25—30	30—35	35—40	peste 40
Oțel cu HB < 160	I	0,07	0,12	0,16	0,21	0,36	0,32	0,38	0,42	0,47	0,52	0,60	0,7
	II	0,05	0,10	0,14	0,17	0,21	0,26	0,32	0,36	0,40	0,44	0,50	0,58
	III	0,04	0,08	0,11	0,14	0,17	0,21	0,25	0,28	0,32	0,35	0,38	0,45
Oțel cu HB = 160 ... 240	I	0,06	0,11	0,14	0,18	0,23	0,28	0,34	0,37	0,41	0,46	0,52	0,60
	II	0,05	0,08	0,12	0,15	0,18	0,23	0,25	0,28	0,32	0,34	0,4	0,50
	III	0,03	0,07	0,10	0,12	0,15	0,18	0,21	0,25	0,28	0,30	0,33	0,40
Oțel cu HB = 240 ... 300	I	0,04	0,08	0,12	0,16	0,20	0,25	0,29	0,32	0,36	0,40	0,44	0,52
	II	0,04	0,07	0,10	0,14	0,16	0,20	0,23	0,26	0,30	0,32	0,35	0,40
	III	0,03	0,06	0,08	0,11	0,13	0,16	0,18	0,21	0,24	0,26	0,28	0,34
Oțel cu HB > 300	I	0,04	0,07	0,1	0,13	0,16	0,20	0,23	0,26	0,29	0,32	0,38	0,42
	II	0,03	0,06	0,08	0,11	0,14	0,17	0,19	0,21	0,24	0,27	0,30	0,35
	III	0,02	0,05	0,07	0,09	0,12	0,15	0,16	0,17	0,19	0,21	0,23	0,27
Fontă cu HB < 170	I	0,08	0,14	0,22	0,30	0,40	0,50	0,60	0,65	0,74	0,84	0,90	1,06
	II	0,07	0,12	0,20	0,26	0,32	0,42	0,48	0,55	0,62	0,66	0,74	0,85
	III	0,06	0,10	0,16	0,23	0,28	0,34	0,40	0,44	0,50	0,55	0,62	0,75
Fontă cu HB > 170	I	0,06	0,12	0,18	0,24	0,30	0,36	0,42	0,48	0,54	0,60	0,68	0,78
	II	0,06	0,10	0,15	0,20	0,24	0,30	0,35	0,39	0,45	0,48	0,54	0,62
	III	0,04	0,08	0,12	0,16	0,20	0,24	0,27	0,30	0,36	0,40	0,44	0,50
Aliaje neferoase moi	I	0,15	0,3	0,42	0,74	0,7	0,82	1,00	1,12	1,25	1,37	1,54	1,8
	II	0,14	0,25	0,36	0,46	0,58	0,65	0,80	0,92	1,06	1,15	1,25	1,5
	III	0,12	0,21	0,30	0,38	0,46	0,54	0,63	0,72	0,83	0,88	0,96	1,2
Aliaje neferoase dure	I	0,15	0,22	0,32	0,42	0,55	0,63	0,76	0,88	1,02	1,12	1,24	1,45
	II	0,12	0,18	0,27	0,36	0,45	0,52	0,62	0,72	0,82	0,88	0,95	1,28
	III	0,08	0,16	0,22	0,29	0,35	0,40	0,48	0,57	0,65	0,7	0,78	0,92

Notă. Condițiile de lucru I, II și III se definesc astfel:

- I. Burghiere care precede operații de lărgire și adâncire ulterioare.
- II. Burghiere semifină pentru lărgire ulterioară sau pentru două alezări, precum și pentru filete de precizie redusă.
- III. Burghiere îngrijită.

Aceste burghie se execută în două variante și anume: cu canale în dinții burghiului, executate înainte de răsucirea dinților acestuia, sau prin introducerea în canalele elicoidale ale burghiului a două țevi care se lipesc și prin care trece lichidul de răcire. Așchile sînt împinse afară prin restul secțiunii canalelor rămase libere;

— burghie inelare (fig. 15.6) folosite pentru executarea alezajelor adînci și de diametre mari; cu aceste burghie se îndepărtează numai o parte din materialul alezajului. Dinții 1 ai burghiului (executați din oțel sau din plăcuțe de carburi metalice sau oțel rapid) sînt fixați în corpul 2 cu pene, șuruburi sau știfturi. Pentru ghidare se folosesc piesele 3. Acestea servesc și pentru fixarea capului burghiului de tijă. Burghiele inelare sînt utilizate numai la prelucrarea alezajelor străpunse.

b. Elementele regimului de așchiere la burghiere

Regimul de așchiere la burghiere se alege în funcție de condițiile de lucru, calitatea materialului sculei și a semifabricatului, precum și de precizia care se cere. Avansul s reprezintă deplasarea burghiului în lungul axei sale la o rotație completă.

Orientativ, valorile avansului sînt date în tabelul 15.1.

La prelucrarea alezajelor adînci, valoarea avansului se micșorează cu 0,9—0,75, funcție de diametrul d al burghiului (la diametre și adîncimi mari, avans mic). Cu aproximație, avansul se poate lua de $(0,02 \dots 0,03) d$, în mm/rot.

Adîncimea de așchiere t este distanța de la axa burghiului la suprafața prelucrată și este egală cu $d/2$.

Pentru mai multă operativitate, vitezele de așchiere sînt date tabelar (v. tab. 15.2).

Tabelul 15.2

Valori orientative ale vitezelor de așchiere la burghiere
(pentru burghiu din oțel rapid)

Materialul de prelucrat	Diametrul burghiului elicoidal, mm								
	6	8	12	16	24	30	40	50	60
	v , mm/min								
Oțel carbon	33,5	24,5	27	19,5	19,7	20,0	20,5	21,0	22,0
Oțel aliat	17,2	12,5	14,2	10,0	10,3	10,5	10,8	11,0	11,6
Fontă	34,5	25,0	28,5	20,2	20,6	21,0	21,5	22,0	23,2

Cunoscîndu-se valoarea vitezei de așchiere la burghiere, se procedează la calcularea turației cu care se va lucra pe mașina-unealtă, aplicîndu-se relația:

$$n = \frac{1000v}{\pi \cdot d} \text{ [rot/min]}, \quad (15.3)$$

Relația se aplică la toate prelucrările la care mișcarea principală este de rotație.

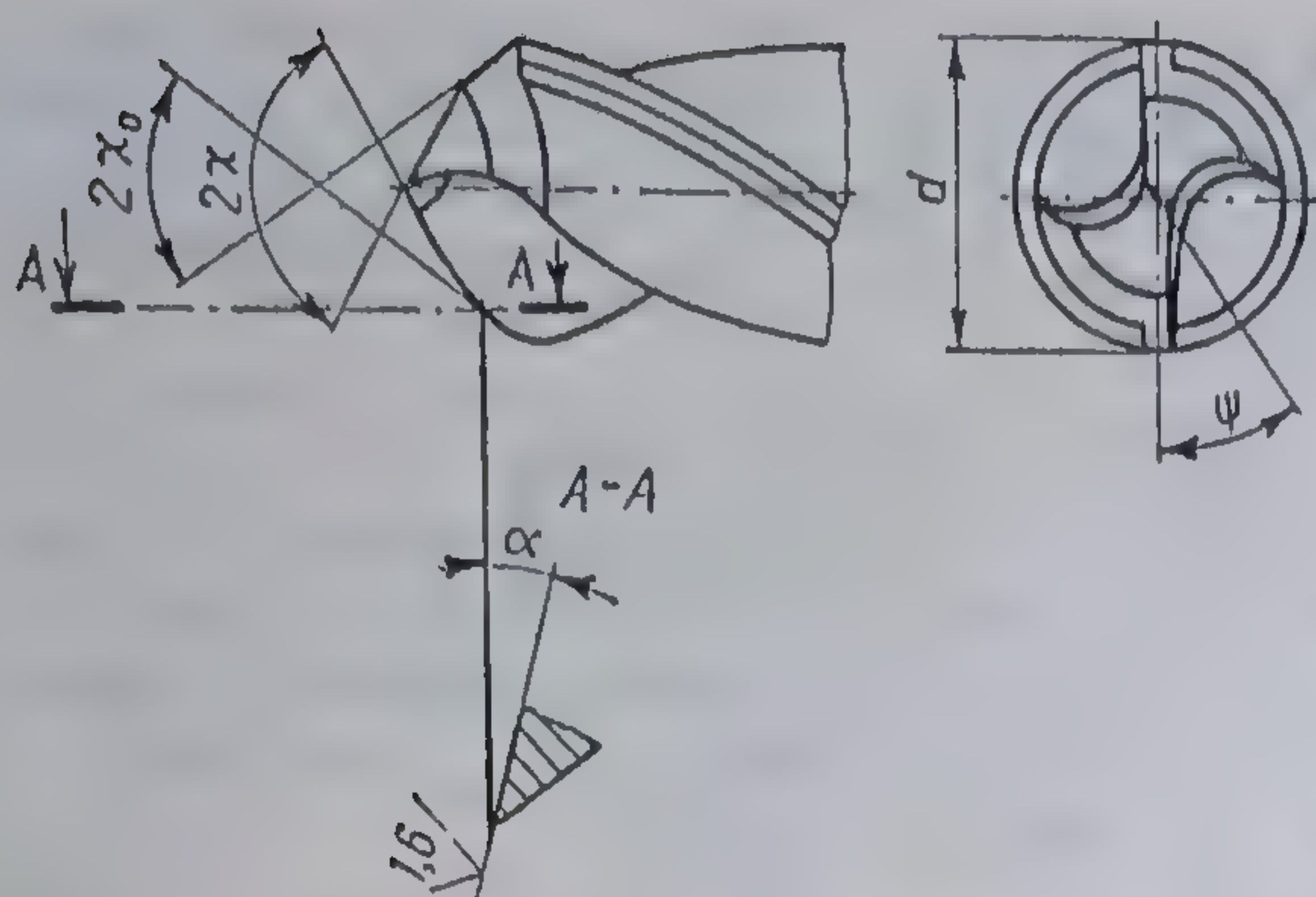


Fig. 15.7. Ascuțirea dublă a burghiului cu ajustarea tăișului transversal.

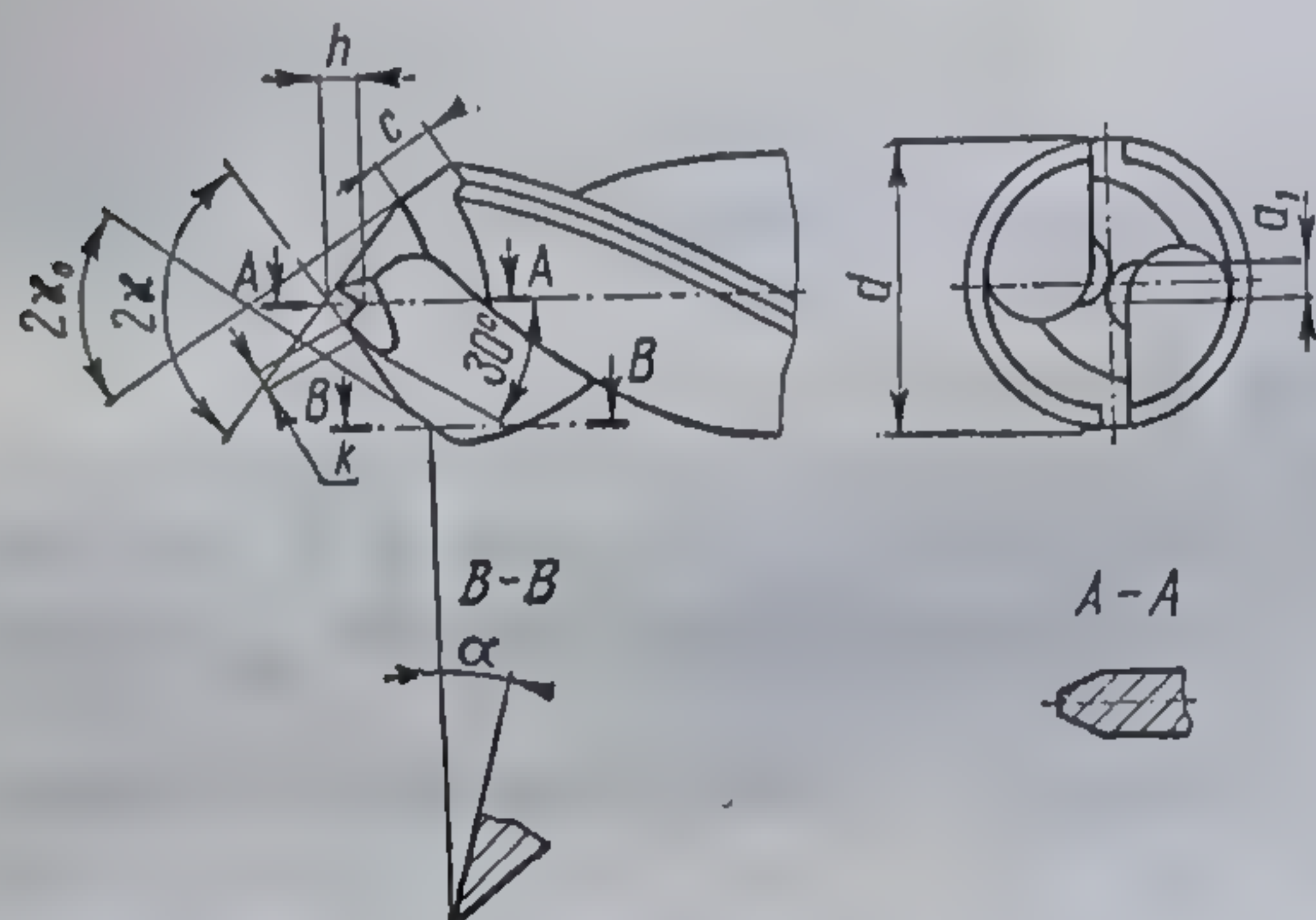


Fig. 15.8. Ascuțirea dublă a burghiului cu suprimarea tăișului transversal.

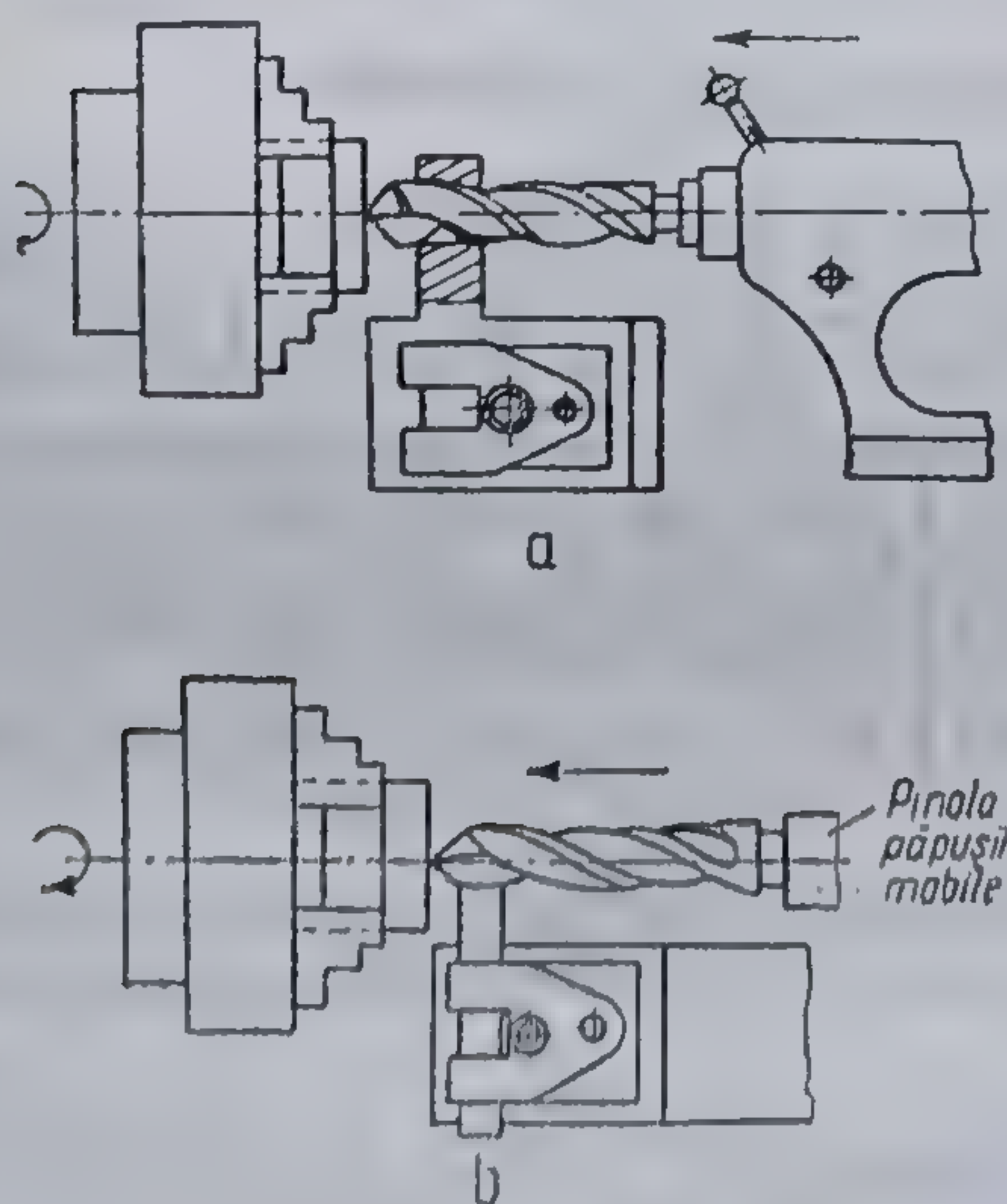


Fig. 15.9. Exemple de ghidarea burghiului la burghierea pe strung

c. Metode de prelucrare a alezajelor prin burghiere

La prelucrarea alezajelor prin burghiere se pot folosi mașini de burghiat, mașini de burghiat și alezat, strunguri, mașini de frezat etc. În cazul producției de unicate și de serie mică, piesele se fixează în dispozitive universale, iar la producția în serie mare și în masă, pentru asigurarea unei productivități sporite, se fixează în dispozitive speciale.

Creșterea productivității la operația de burghiere se poate realiza și prin modificarea unor parametri geometrici ai burghiului.

În figura 15.7 este reprezentat un burghiu la care, pe lângă micșorarea tăișului transversal, tăișul principal se ascute sub două unghiuri, 2χ și $2\chi_0$. Aceste ascuțiri se folosesc mai ales la burghierea oțelurilor de rezistență mare ($\sigma_r > 50 \text{ daN/mm}^2$) și a pieselor de fontă cu crustă dură. În figura 15.8 se observă că în afară de ascuțirea tăișului în două trepte, burghiul are o scobitură unghiulară în locul tăișului transversal drept. Prin această ascuțire se reduce forța axială de 2—4 ori, iar avansul poate fi majorat până la de două ori. Pentru acest tip de ascuțire, în tabelul 15.3 se dau valorile optime ale tăișului astfel obținut.

În timpul procesului de prelucrare a alezajelor cu burghiul elicoidal se pot produce abateri care influențează negativ precizia de prelucrare.

Valorile elementelor obținute prin ascuțirea dublă
cu suprimarea tăişului transversal

Diametrul burghiului d , mm	Unghiul de aşezare	Retezarea tăişului transversal		
		a , mm	Adâncimea ajustării h , mm	Lungimea tăişului nou k , mm
De la 12 la 25	14—11°	1,5	1,5	2,3
Peste 15 la 20	12—9°	2	1,8	2,9
Peste 20 la 25		2,5	2,5	3,6
Peste 25 la 30		3	3,5	4,5
Peste 30 la 40	11—8°	3,5	3,5	4,5
Peste 40 la 50		4	4	5,3
Peste 50 la 60		5,5	4	5,3
Peste 60 la 80		6,5	4	5,3

Aceste abateri se datoresc rigidităţii mici a sculei, ascuţirii incorecte a acesteia (tăişuri neegale), calităţii materialului de prelucrat (neomogen), poziţiei înclinate a burghiului faţă de direcţia de avans şi necoaxialităţii sculei faţă de axa de rotaţie a piesei (cînd piesa execută mişcarea principală).

Pentru micşorarea abaterilor, la burghiere se folosesc dispozitive cu bucsă de ghidare, iar la burghierea pe strung ghidarea se face ca în figura 15.9, *a*, *b*.

2. LĂRGIREA ŞI ADÎNCIREA ALEZAJELOR

Lărgirea este procedeul de prelucrare prin aşchiere care are ca scop mărirea secţiunii transversale a unui alezaj pe toată lungimea, iar *adîncirea* constă în mărirea secţiunii alezajului numai la o extremitate a acestuia.

Operaţiile de lărgire şi adîncire se aplică alezajelor obţinute în prealabil forjare, matrişare, turnare sau burghiere, cu scule numite *lărgitoare* şi respectiv *adîncitoare*, iar în cazuri mai puţin pretenţioase chiar cu burghie elicoidale.

Lărgitoarele sînt prevăzute cu trei sau patru dinţi avînd aceeaşi geometrie ca şi burghiele elicoidale. Deosebirea constă în faptul că tăişurile nu merg pînă la centru (disparînd tăişul transversal), iar numărul de dinţi este mai mare decît la burghie.

Datorită faptului că lărgitoarele aşchiază numai spre periferie, canalele de evacuare a aşchiilor pot fi mai puţin adînci. De aceea corpul lărgitorului este mai rezistent decît în cazul burghiului, ceea ce permite o aşchiere cu avansuri sporite. În plus, lărgitorul avînd trei sau patru faţete de conducere, alezajul prelucrat rezultă mai precis.

Adâncitoarele sînt scule de formă cilindrică sau conică prevăzute cu mai mulți dinți.

Adâncitoarele cilindrice servesc la executarea locașurilor cilindrice pentru capetele șuruburilor, iar adâncitoarele conice numite și *teșitoare* sînt utilizate la executarea alezajelor conice pentru șuruburi, nituri cu cap înecat etc.

Adâncitoarele și lărgitoarele cu diametre mari se execută cu dinți demontabili din oțel rapid sau din carburi metalice (fig. 15.11, c). Lărgitoarele și adâncitoarele armate cu plăcuțe din carburi metalice sînt recomandate îndeosebi la prelucrarea fontei. Pentru asigurarea unei bune coaxialități a alezajelor prelucrate, în unele cazuri, adâncitoarele sînt prevăzute cu cepuri de ghidare (fig. 15.10, b, c).

Elementele regimului de așchiere (fig. 15.10, a, b, c) la lărgire și adîncire sînt la fel și se definesc analog cu parametrii de la burghiere, cu deosebirea adîncimii de așchiere t , care este:

$$t = \frac{D - D_0}{2} \text{ [mm]}, \quad (15.4)$$

unde D_0 reprezintă diametrul alezajului înainte de prelucrare, iar D diametrul alezajului după prelucrare. Operația de lărgire este rațională la prelucrarea alezajelor de diametre mai mari de 40 mm.

În tabelele 15.4 și 15.5 sînt date valori orientative pentru avansuri și viteze la prelucrările cu lărgitoare și adâncitoare. Precizia de prelucrare la lărgire și adîncire corespunde calității 9—10 ISO, iar rugozitatea suprafețelor $R_a = 6,3 \dots 3,2 \mu\text{m}$.

Procedeele de prelucrare a alezajelor prin lărgire sînt reprezentate în figura 15.10 și 15.11 a, (cu cuțit bară), iar procedeele de prelucrare a alezajelor prin adîncire în figura 15.11, b, d, e și f.

Cînd nu există adâncitoare de teșire corespunzătoare, pentru executarea operației de teșire se pot modifica burghiile elicoidale normale uzate, schimbîndu-se unghiul la vîrf al burghiului.

Lărgirea și adîncirea se execută pe aceleași tipuri de mașini-unelte ca și burghierea.

Tabelul 15.4

Valori maxime ale avansului la prelucrarea cu lărgitoarele și adâncitoarele

Diametrul sculei, mm	Materialul care se prelucurează		
	Oțel	Fontă HB < 200	Fontă HB > 200
Avansul s , în mm/rot			
<15	0,5—0,6	0,7—0,9	0,5—0,6
15—20	0,6—0,7	0,9—1,1	0,6—0,7
20—25	0,7—0,9	1,0—1,2	0,7—0,8
25—30	0,8—1,0	1,1—1,3	0,8—0,9
30—35	0,9—1,1	1,2—1,5	0,9—1,0
35—40	0,9—1,2	1,4—1,7	1,0—1,2
40—50	1,0—1,3	1,6—2,0	1,2—1,4
50—60	1,1—1,3	1,8—2,2	1,3—1,5

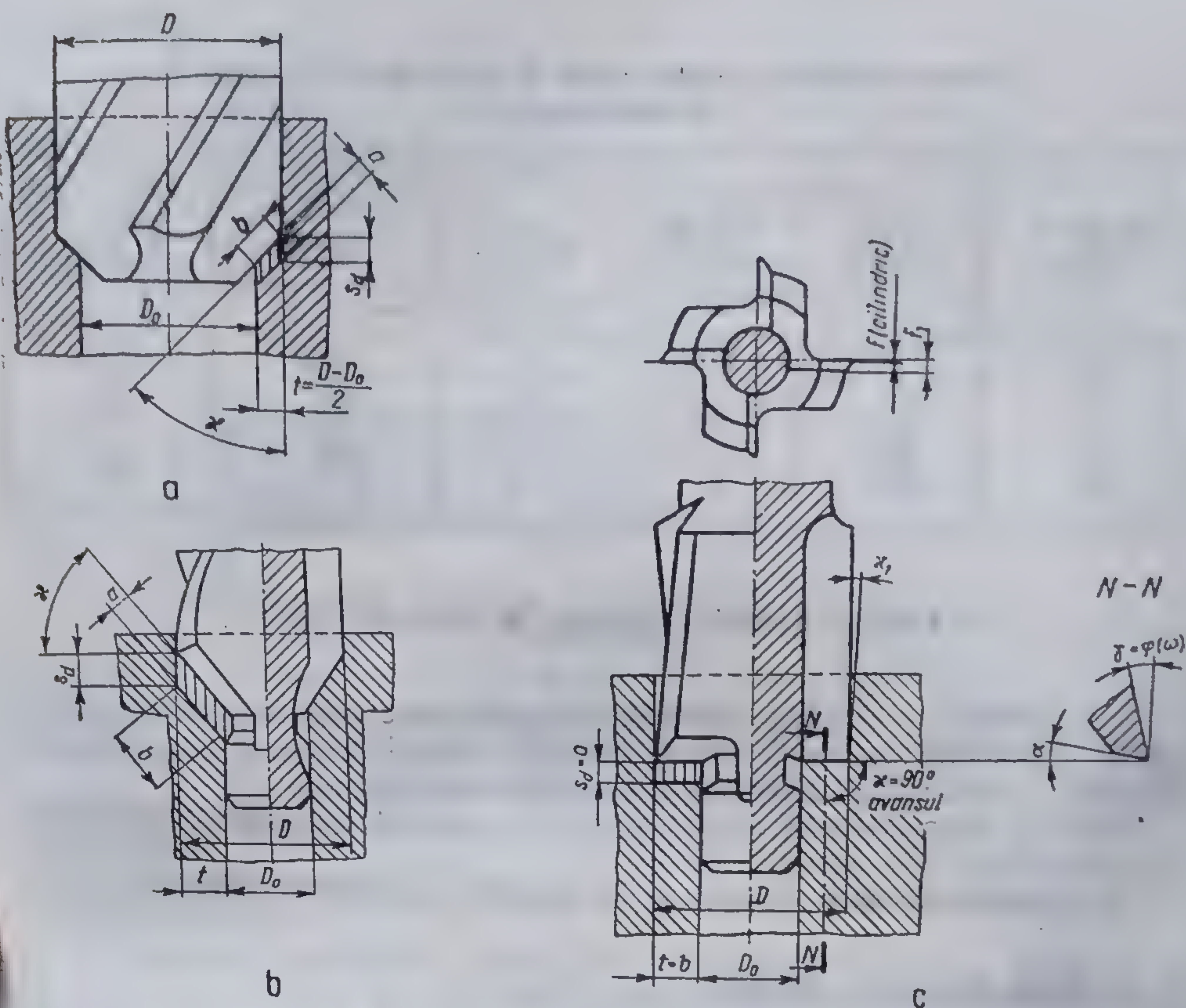


Fig. 15.10. Elementele aşchii şi ale regimului de aşchiere la lărgire şi adîncire.

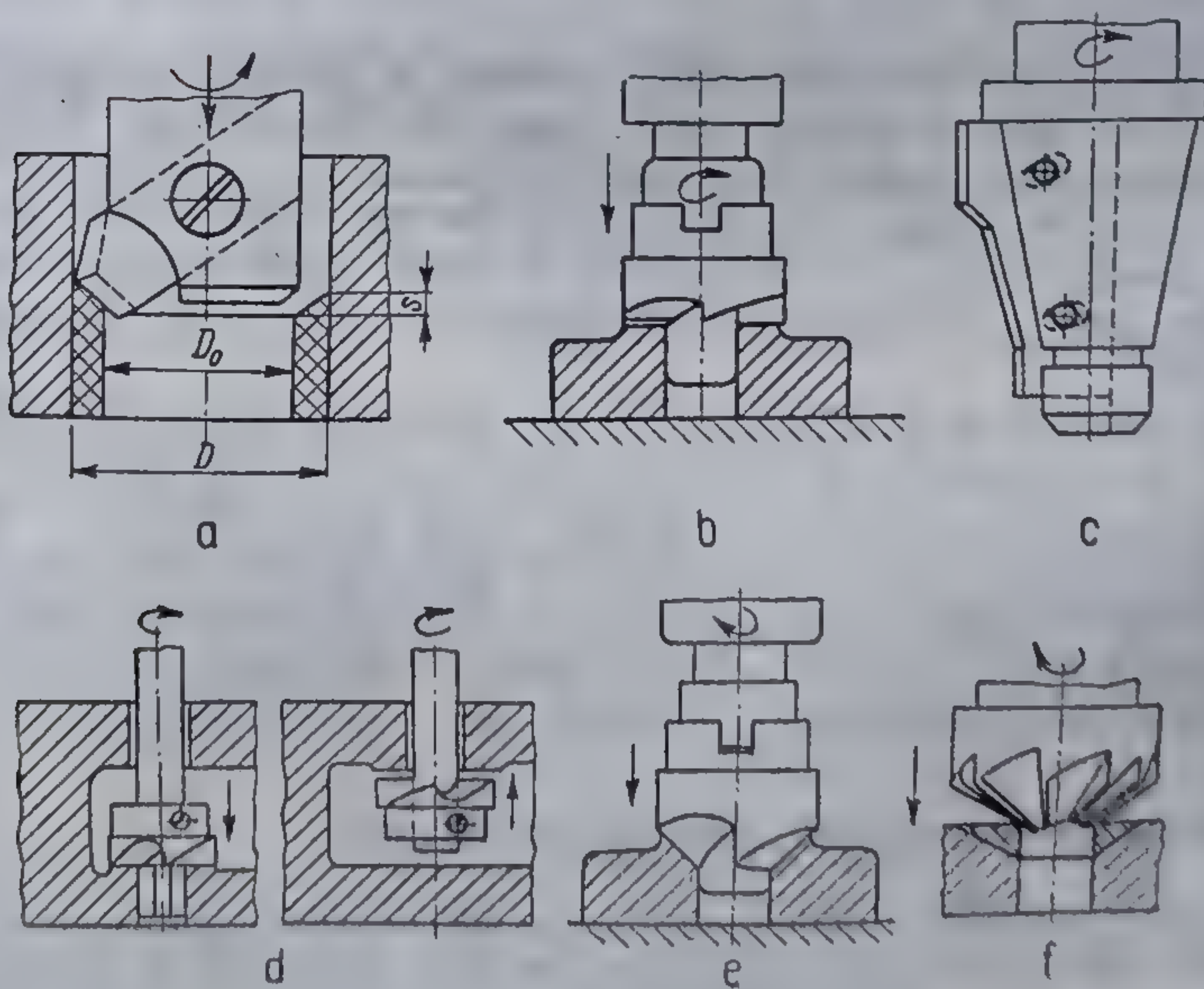


Fig. 15.11. Procedee de prelucrare a alezajelor prin lărgire şi adîncire.

**Valori orientative pentru viteze de lucru cu lărgitoarele
și adâncitoarele**

Diametrul sculei, mm	Materialul care se prelucrează				
	Oțel carbon	Oțel de calitate	Fontă HB < 200	Bronz	Aluminiu și aliaje de aluminiu
	Viteza, în m/min				
20	38,5	16	45	82,5	190
30	42	17,4	49	90	206
40	44,5	18,5	52	95	219
50	46,5	19,3	54,5	100	229
60	48,3	20	56,5	103	237

3. PRELUCRAREA ALEZAJELOR PRIN ALEZARE

Prin *alezare* se înțelege operația de prelucrare prin așchiere a suprafețelor interioare de revoluție în vederea măririi preciziei dimensionale, preciziei forme și îmbunătățirii rugozității suprafețelor.

Precizia de prelucrare se încadrează în calitățile 6—9 ISO, iar rugozitatea $R_a=3,2 \dots 0,4 \mu\text{m}$.

Operația de alezare se execută în general ca o operație finală.

a. Scule folosite la alezare

Operația de alezare se execută cu scule numite *alezoare*. Alezoarele sînt prevăzute cu mai multe muchii tăietoare dispuse pe o suprafață cilindrică. Numărul de dinți variază între 6 și 18, în funcție de diametrul și tipul alezorului.

Părțile principale ale alezorului, precum și geometria părții active a acestuia sînt arătate în figura 15.12. Așa cum rezultă din figură, partea utilă se compune din partea așchietoare și pantea de calibrare. Partea utilă are o conicitate inversă, care la alezoarele de mînă este de 0,005—0,001 mm, iar la alezoarele de mașină de 0,04—0,07 mm. Această conicitate inversă este necesară pentru evitarea frecării sculei pe toată lungimea alezajului.

Unghiul de atac κ se alege în funcție de tipul alezorului (manual sau mecanic) și al alezajului (înfundat sau pătruns). La alezoarele de mînă unghiul de atac este mic ($\kappa=1^\circ$), pentru a nu crea forțe mari axiale. De aceea și partea utilă este mare, fapt ce face ca alezarea manuală să se aplice numai la alezajele pătrunse. La alezoarele de mașină unghiul de atac variază între 5 și 45°, funcție de duritatea materialului și de felul alezajului (pentru materiale dure și alezaje pătrunse se adoptă valori mici).

b. Elementele regimului de așchiere la alezare

Elementele regimului de așchiere la alezare sînt aceleași ca și în cazul operației de lărgire și adîncire. La alezare se lucrează cu viteze reduse și avans mare. Avansul depinde de diametrul alezajului, materialul care

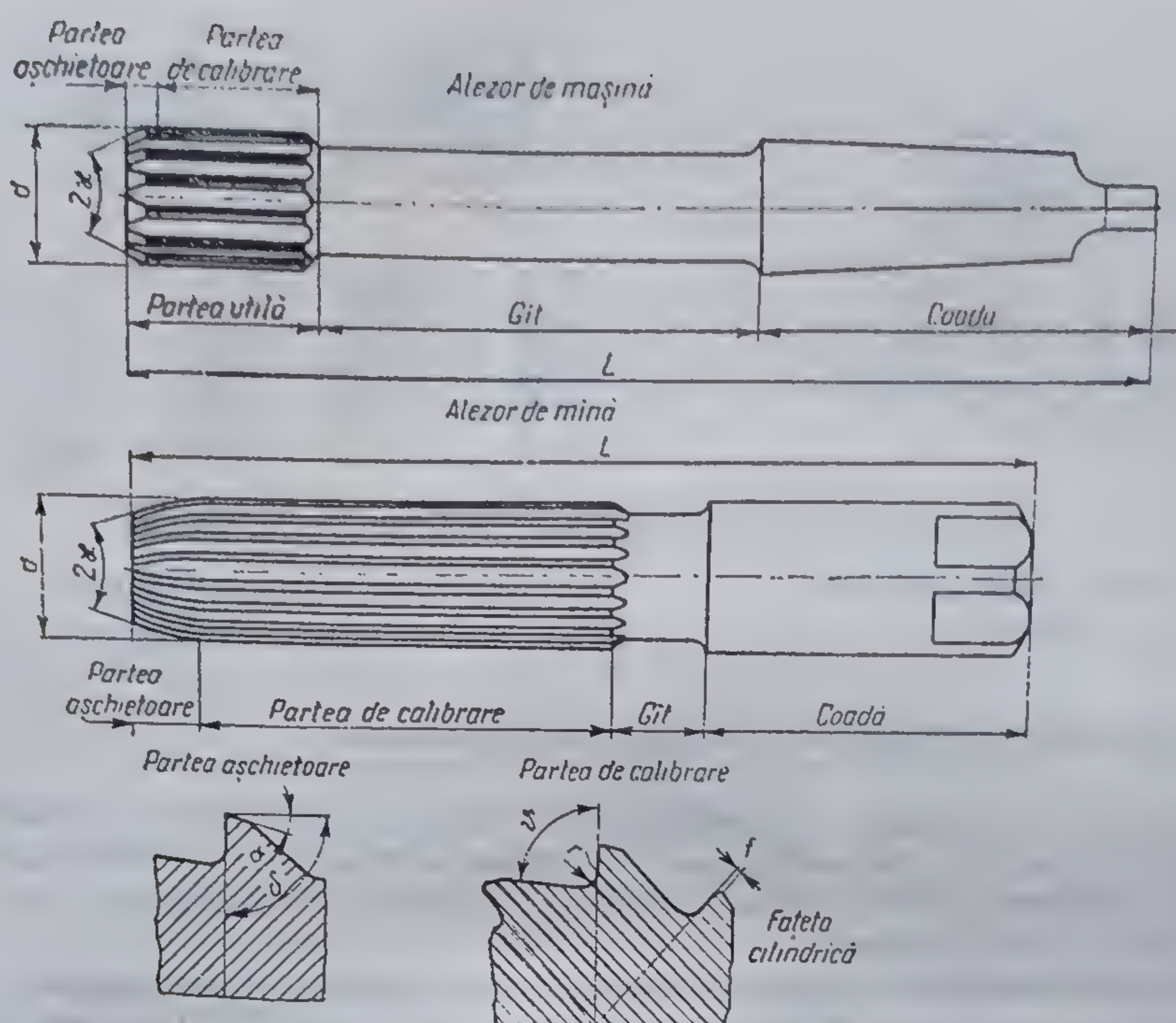


Fig. 15.12. Părţile şi elementele constructive ale alezoarelor.

se prelucurează şi materialul sculei. În tabelul 15.6 sînt date valori optime ale avansului pentru operaţia de alezare, considerîndu-se două condiţii de lucru *I* şi *II*, care se definesc astfel: *I* — avansuri pentru prima alezare urmată de o alezare de finisare şi *II* — avansuri pentru a doua alezare de finisare după degroşare. La alezarea după strunjirea de finisare se pot alege valori intermediare între *I* şi *II*. La alezarea pentru obţinerea unei netezimi mari, avansurile nu vor depăşi 1,5 mm/rot la materiale moi şi 1,0 mm/rot la materiale dure.

Avansuri recomandate pentru alezare s [mm/rot]

Tabelul 15.6

Diametrul alezajului D , mm	Oţel cu HB < 250		Oţel cu HB > 250		Fontă cu HB < 170		Fontă cu HB > 170		Aliaje de Cu şi de Al	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
5	0,5	0,2	0,35	0,15	1,0	0,5	0,8	0,4	1,2	0,6
8	0,7	0,3	0,60	0,25	1,50	0,7	1,1	0,5	1,7	0,85
10	0,9	0,4	0,70	0,35	1,7	1,0	1,3	0,6	2,0	1,00
15	1,2	0,55	1,0	0,45	2,3	1,3	1,6	0,8	2,5	1,25
20	1,4	0,65	1,20	0,55	2,5	1,4	2,0	1,0	3,00	1,5
25	1,6	0,70	1,30	0,60	2,8	1,5	2,3	1,2	3,5	1,75
30	1,8	0,8	1,50	0,65	3,0	1,6	2,6	1,3	4,0	2,0
35	2,0	0,9	1,60	0,70	3,5	1,7	2,9	1,5	4,5	2,25
40	2,1	0,95	1,80	0,80	4,0	1,8	3,2	1,6	5,0	2,5
50	2,5	1,10	2,00	0,90	4,2	2,0	3,6	1,8	5,60	2,8
60	2,8	1,30	2,30	1,00	4,6	2,2	4,2	2,0	6,4	3,20
70	3,0	1,40	2,40	1,10	4,8	2,4	4,6	2,2	7,0	3,5
80	3,2	1,50	2,60	1,2	5,0	2,6	4,8	2,4	7,5	3,75

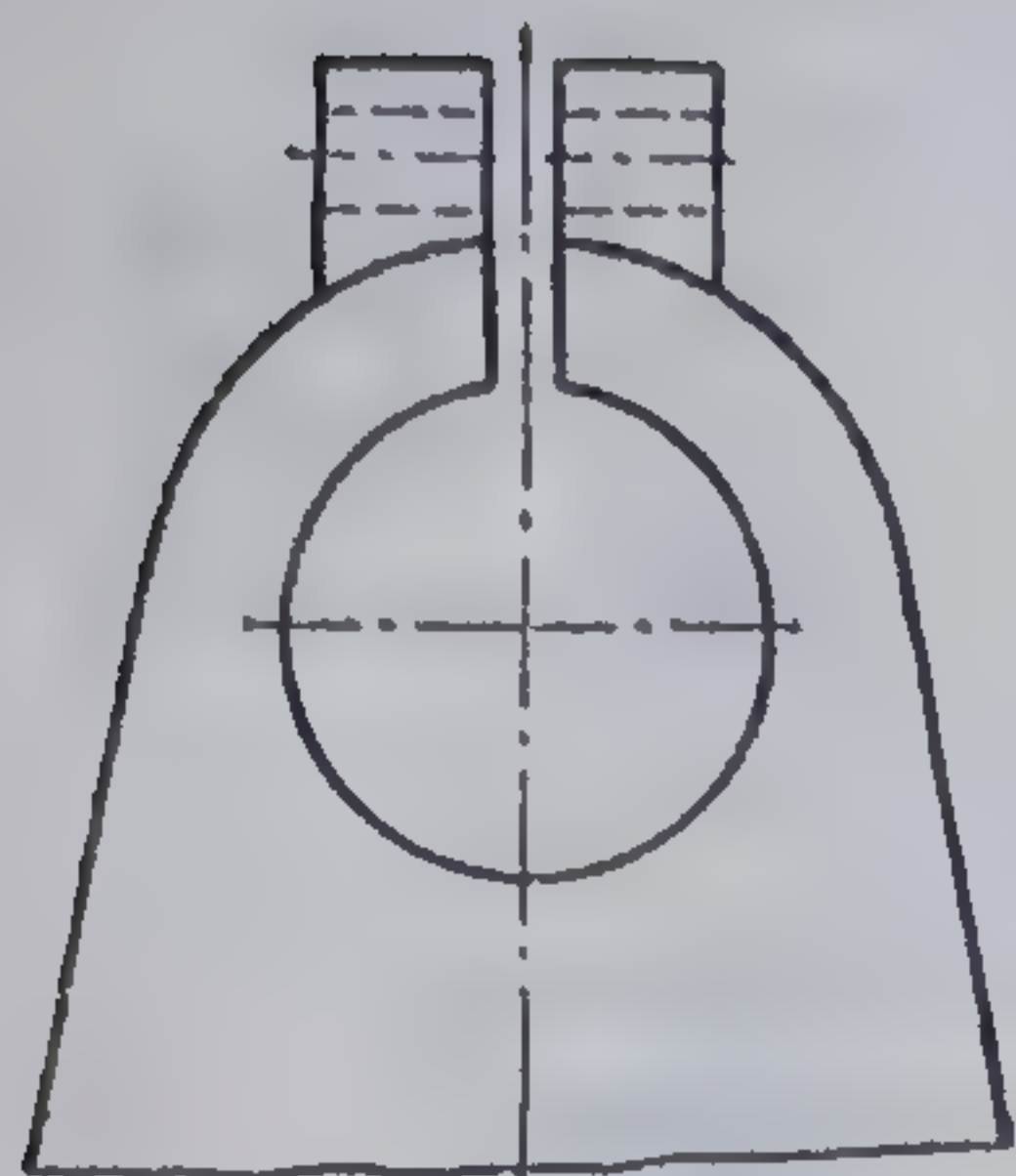


Fig. 15.13. Piesă cu alezaj deschis.

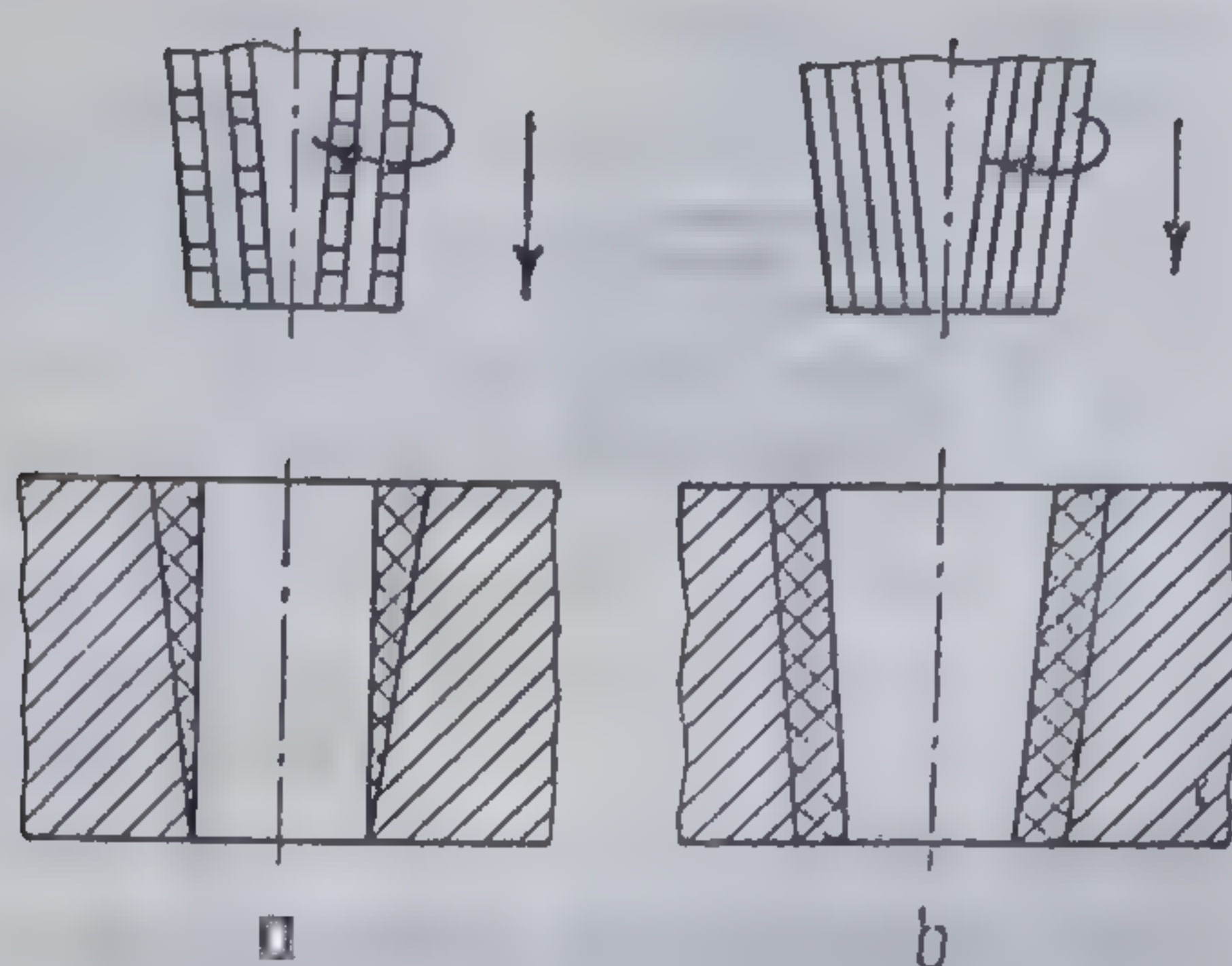


Fig. 15.14. Alezarea conică.

c. Metode de prelucrare a alezajelor prin alezare

Operația de alezare se execută prin una sau mai multe treceri, în funcție de precizia de prelucrare ce trebuie obținută. În cazul unor precizii mai ridicate, se aplică o operație de degroșare urmată de una sau două operații de finisare.

La prelucrarea prin alezare a alezajelor întrerupte (de exemplu alezaje cu canal de pană sau piesă cu alezaj deschis (fig. 15.13) se vor folosi alezoare cu canale elicoidale, în scopul evitării pericolului agățării tăișului în canal.

Alezajele cu diametre mici (0,12—3 mm) se alezează cu alezoare cu trei sau patru dinți, fără canale.

Alezajele conice se prelucurează prin alezare în condiții mai grele decât cele cilindrice, deoarece la degroșare secțiunea așchiei variază pe toată lungimea alezajului (fig. 15.14, a), iar la finisare secțiunea așchiei rămâne constantă (fig. 15.14, b), dintele fiind angajat în material pe o lungime egală cu pătrunderea lui în alezaj, ceea ce poate provoca ruperea lui. De aceea, în cazul conicităților mai mari de 10° , prelucrarea se realizează cu un set de trei alezoare. Mai întâi se execută o degroșare cu un alezor cu dinți

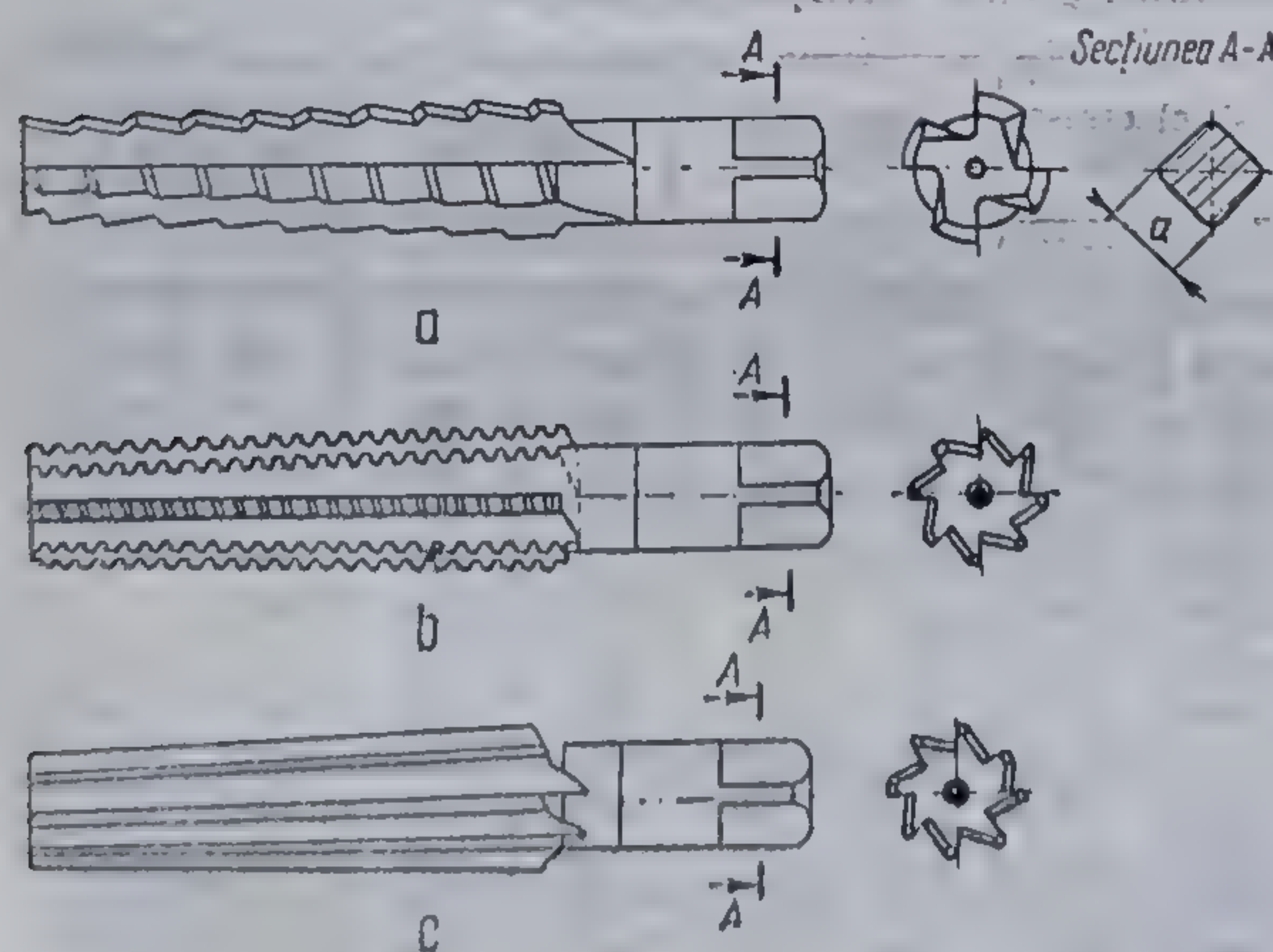


Fig. 15.15. Set de alezoare conice.

în trepte (fig. 15.15, a), apoi o semifinisare cu un alezor cu dinți striati (fig. 15.15, b), urmată de o finisare cu alezor cu dinți drepti (fig. 15.15, c). În cazul conicităților cuprinse între 5° și 10° se aplică fazele de semifinisare și finisare, iar în cazul conicităților mai mici de 5° se aplică numai operația de finisare.

Dacă în cazul burghierii, lărgirii și adâncirii sînt necesare dispozitive de fixare rigidă a sculelor (mandrine, reductii etc.),

la alezare se vor utiliza dispozitive care să asigure legătura elastică a alezorului, permițând autocentrarea lui.

Alezarea mecanică se execută pe mașini de burghiat, mașini de alezat, alezat și frezat, strunguri, mașini de frezat etc. Dacă este necesar a se obține o calitate superioară a suprafeței prelucrate, alezarea se va executa manual.

Deoarece alezarea este o operație scumpă, iar scula și întreținerea ei costă mult, determină ca acest procedeu să se utilizeze la finisarea alezajelor mici și în cazul în care alte procedee nu dau satisfacție.

4. PRELUCRAREA ALEZAJELOR PRIN STRUNJIRE

Prin strunjire interioară se înțelege prelucrarea alezajelor, folosindu-se cuțite de strunjit interior sau cuțite montate pe axa portcuțit. Acest procedeu se realizează în condiții mai grele decât strunjirea exterioară, deoarece: așchia rămâne în interior mai mult timp și transmite căldură piesei și cuțitului; evacuarea căldurii este împiedicată de grosimea peretelui piesei; lungimea de prindere în consolă a cuțitului este mare, ceea ce conduce la apariția vibrațiilor și a deformațiilor sculei, care determină o stare necorespunzătoare a suprafețelor prelucrate.

Procedeul de strunjire interioară se folosește la prelucrarea pieselor la producția de unicate și de serie mică și la prelucrarea alezajelor cu diametre mari, la care utilizarea sculelor cu dimensiuni de prelucrare fixe (lărgitoare, alezoare) nu este rațională.

a. Scule folosite la prelucrarea alezajelor prin strunjire

Sculele folosite la prelucrarea alezajelor prin strunjire se grupează în două categorii: ouțite normale de strunjit interior (fig. 15.16) și scule de construcție specială (fig. 15.17, a, b). Din punct de vedere constructiv,

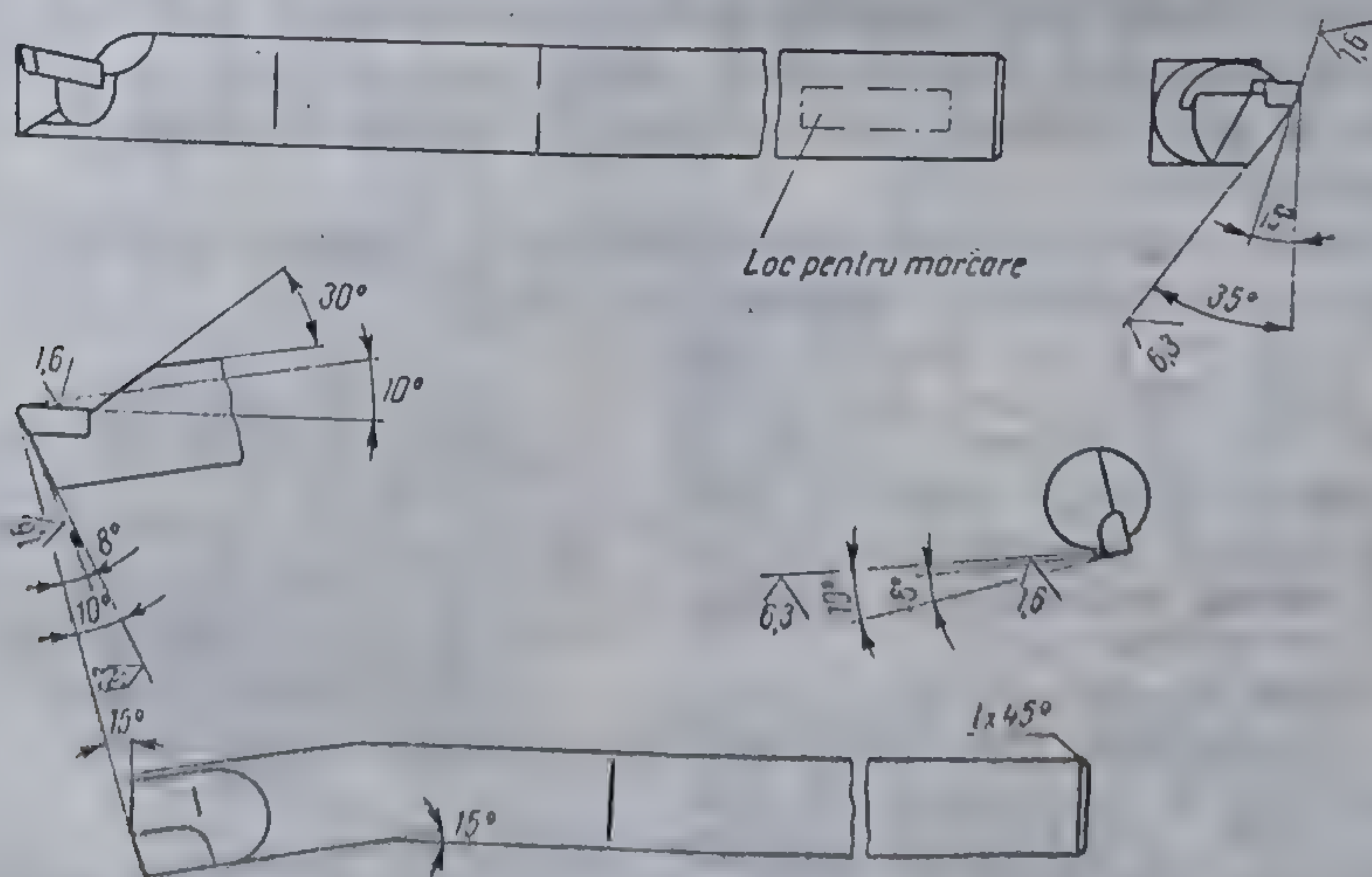


Fig. 15.16. Cuțit pentru strunjit interior.

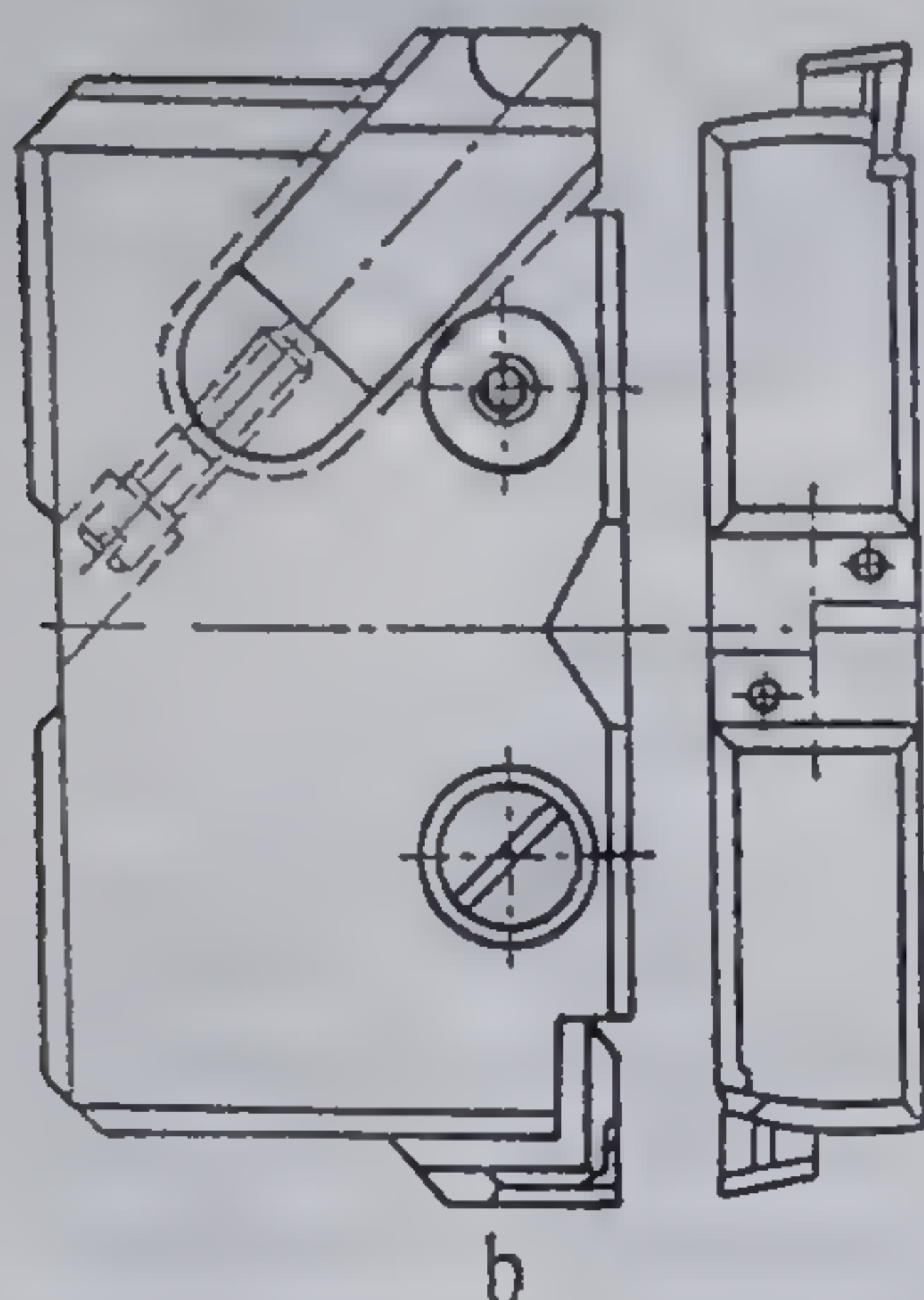
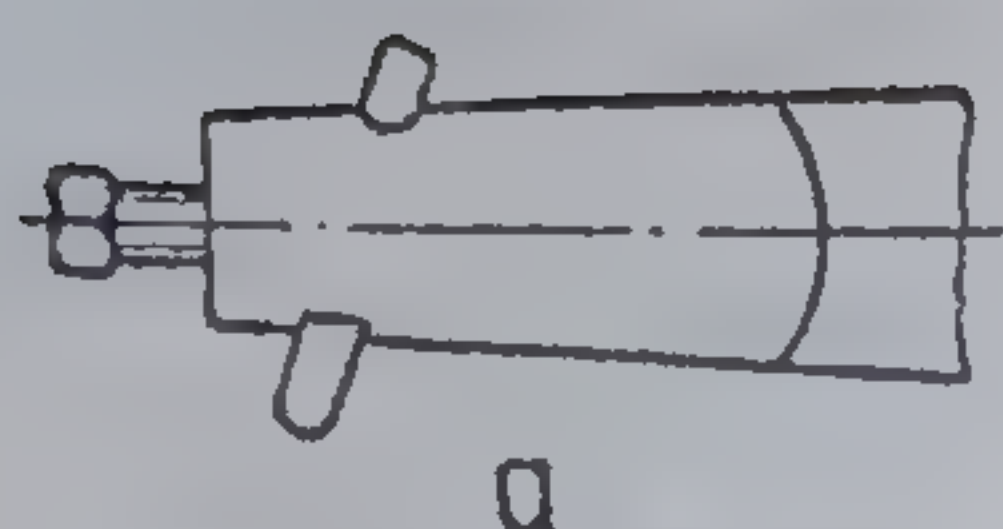


Fig. 15.17. Scule de strunjit interior de construcție specială.

cuțitele sînt monobloc și cu plăcuțe amovibile din carburi metalice, materiale mineraloceramice sau diamant.

b. Elementele regimului de așchiere la strunjirea interioară

Elementele regimului de așchiere la strunjirea interioară sînt date în figura 15.18. Din cauza condițiilor mai grele de prelucrare, elementele regimului de așchiere (viteză, avans, adîncime de așchiere) au valori mai reduse decît la strunjirea exterioară.

Prelucrarea cu avansuri mari determină creșterea forțelor de așchiere, care produc deformarea sistemului tehnologic, conducînd la apariția erorilor de prelucrare (micșorarea diametrului, deplasarea axei de simetrie etc.). În același timp, trebuie remarcat că nu se poate prelucra nici cu grosimi prea mici ale așchiei, deoarece, din cauza rotunjirii vîrfului cuțitului și a rigidității mici, cuțitul poate scăpa și astfel se produce o strunjire discontinuă, care înrăutățește calitatea suprafeței.

c. Metode de prelucrare a alezajelor prin strunjire

La prelucrarea alezajelor prin strunjire, în funcție de forma și dimensiunile pieselor, se pot folosi strunguri normale, revolver, carusel, mașini de alezat și frezat orizontale etc. În vederea obținerii preciziei de prelucrare, trebuie avut grijă să se asigure cuțitului, prin fixare, o rigiditate maximă, adică distanța de la vîrfurile cuțitului pînă la primul șurub de fixare să aibă valoarea cea mai mică, în funcție de lungimea alezajului ce se prelucurează.

În scopul asigurării unei bune rigidități a arborelui portcuțit, se folosesc dispozitive cu bucsă de ghidare, care sînt:

- fixate pe masa mașinii (fig. 15.19); aceste dispozitive sînt întrebuintate la strunjirea alezajelor scurte, deoarece prin creșterea brațului în consolă a arborelui portcuțit, din cauza deformației acestuia, alezajul va rezulta conic;

- fixate în arborele mașinii (fig. 15.20). Acestea din urmă sînt utilizate mai ales la strungurile revolver semiautomate, rezultînd o precizie de prelucrare mai bună. În toate cazurile trebuie să se asigure, prin re-

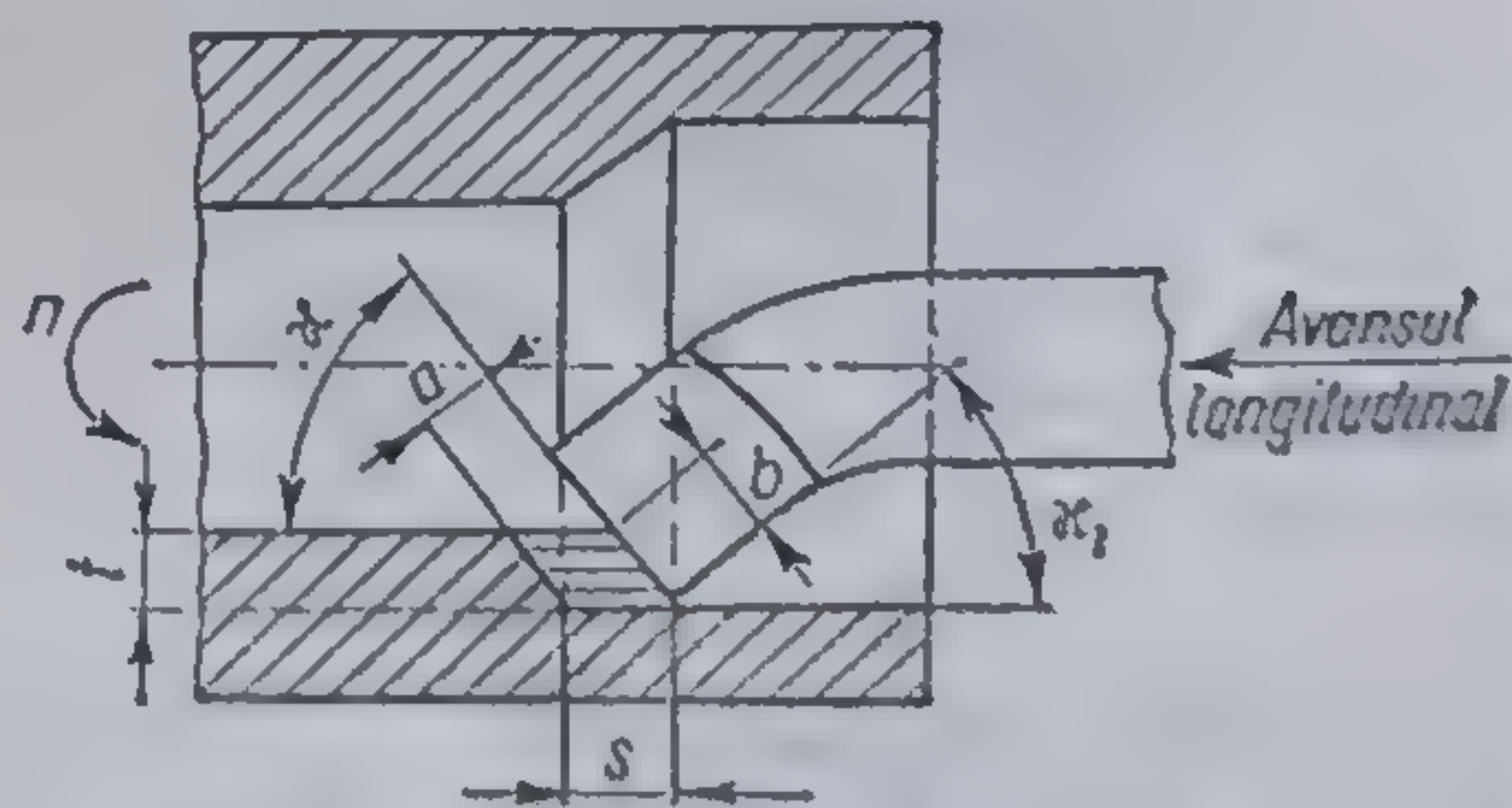


Fig. 15.18. Elementele așchiei și ale regimului de așchiere la strunjirea interioară.

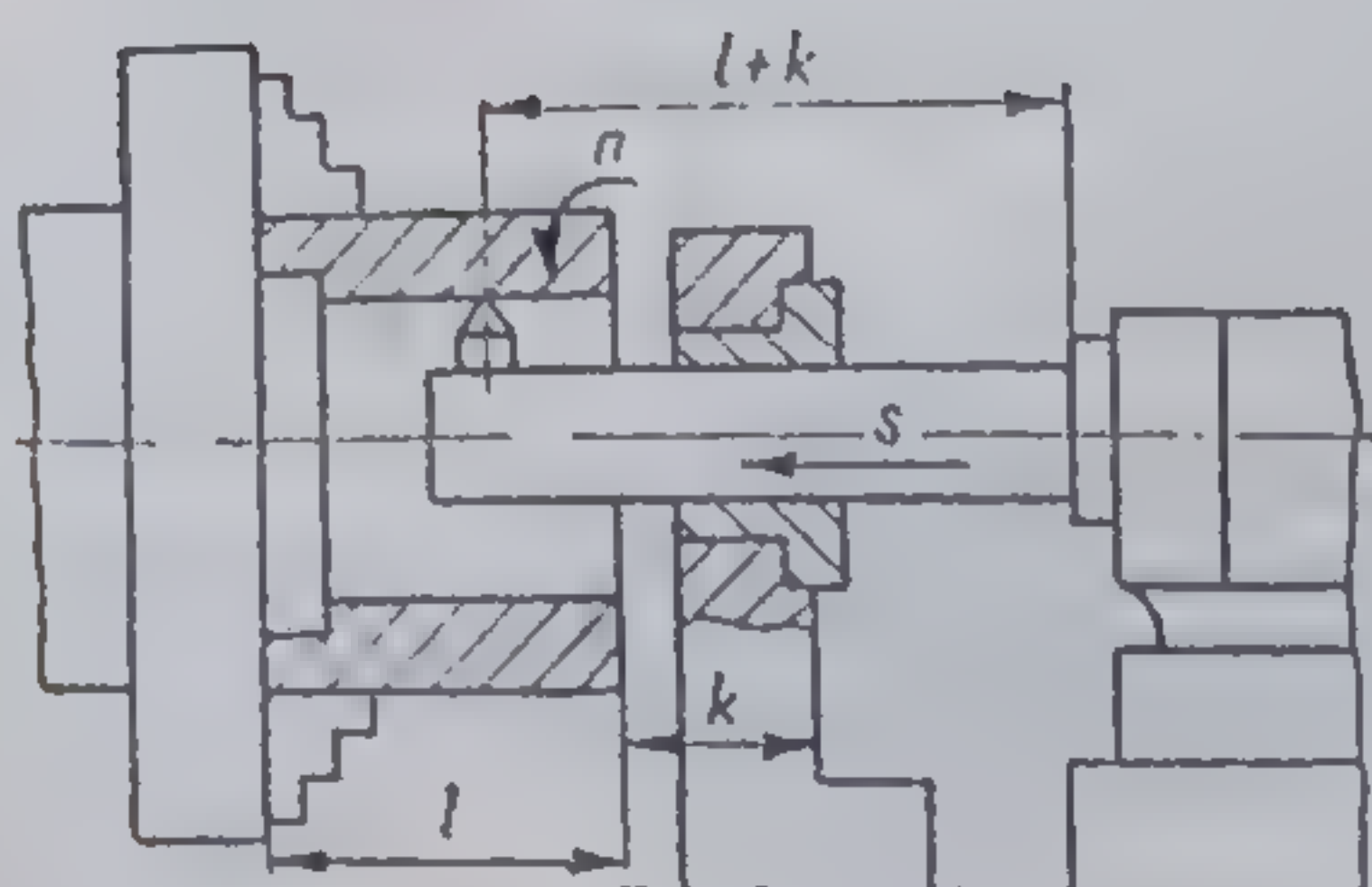


Fig. 15.19. Dispozitiv de ghidare fixat pe mașină.

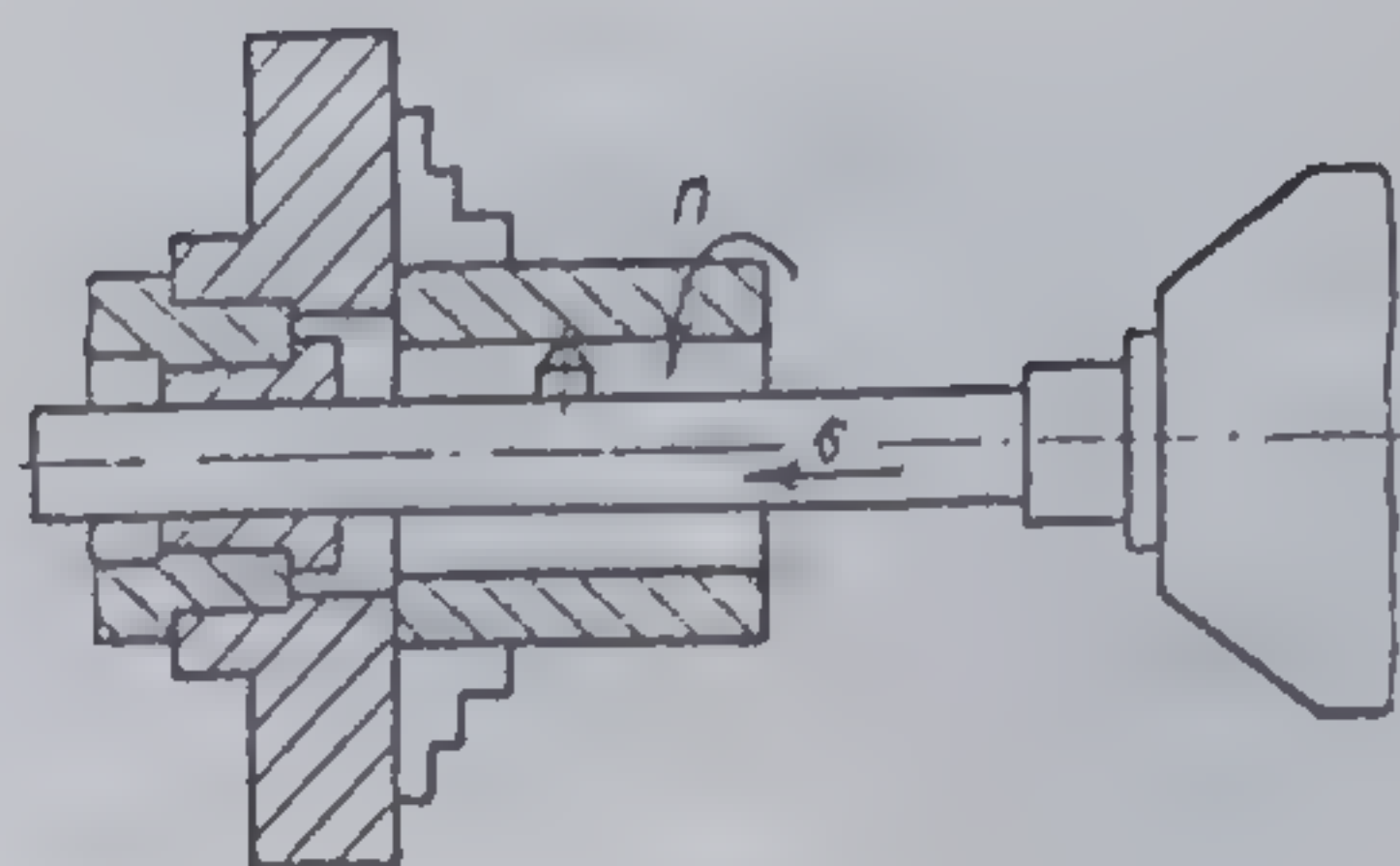


Fig. 15.20. Ghidare fixată în arborele mașinii.

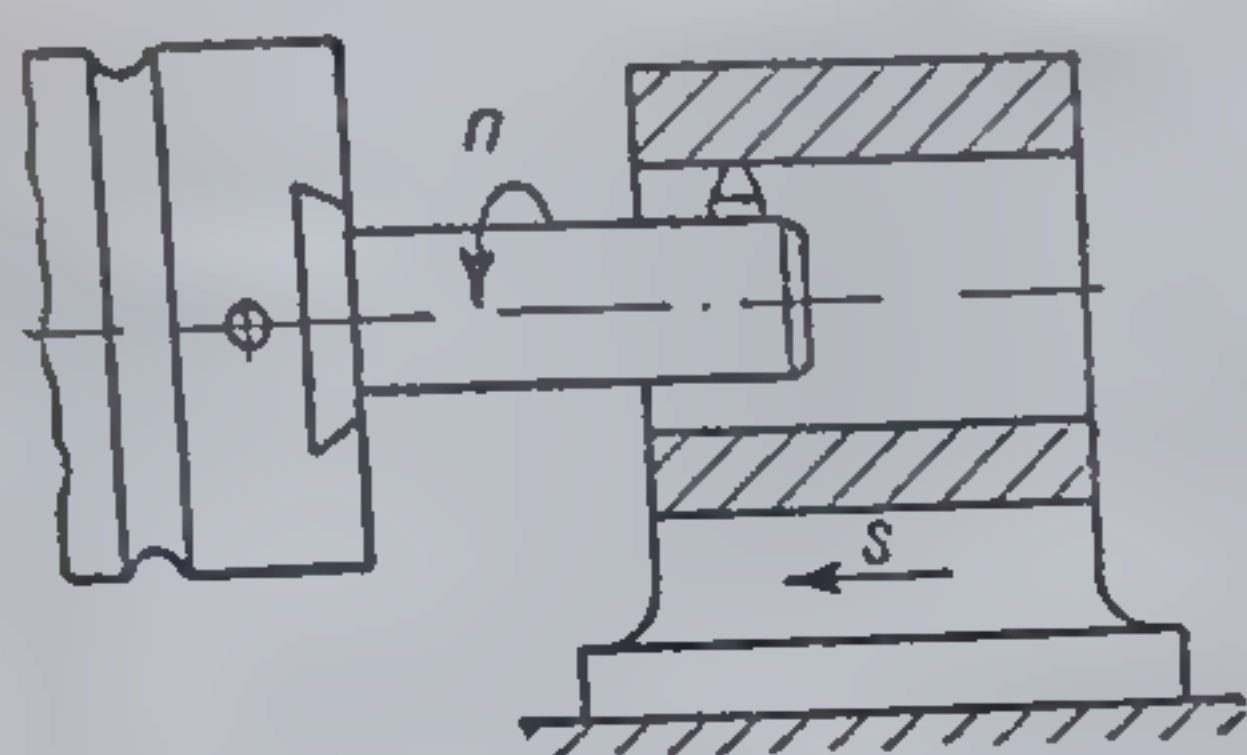


Fig. 15.21. Metodă de lucru cu deplasarea piesei.

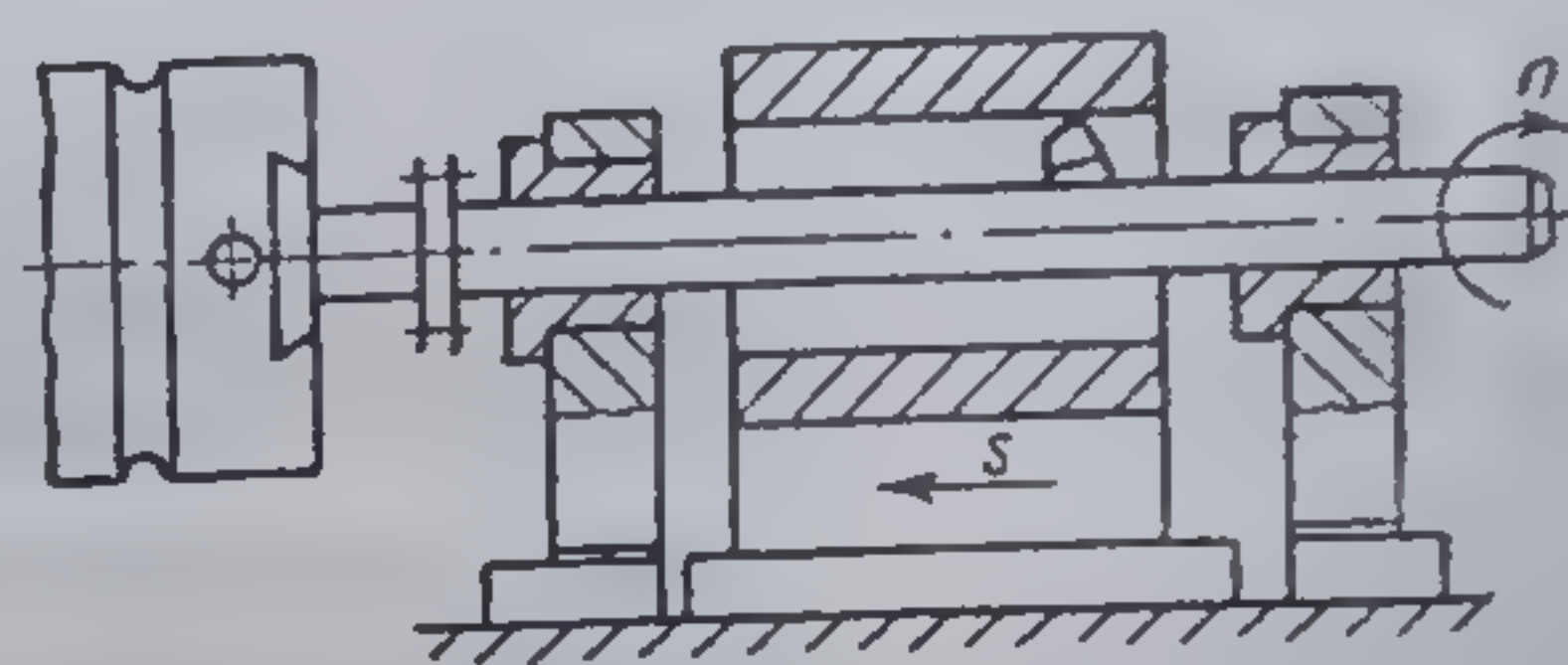


Fig. 15.22. Dispozitiv de conducere la ambele capete cu legătură elastică la arborele principal.

glare, coaxialitatea arborelui portcuțit cu axa de rotație a piesei, altfel se strunjește excentric sau conic sau și una și alta.

La prelucrarea pe mașini de alezat orizontale sau pe strunguri paralele, când piesa este fixată pe masa mașinii, trebuie realizată o bună rigiditate a arborelui portcuțit.

Pentru prelucrarea alezajelor scurte se poate folosi cu rezultate suficient de bune metoda cu avans, realizat prin deplasarea piesei (fig. 15.21). Brațul în consolă rămânând constant, deformarea va fi aceeași, dimensiunea alezajului va fi uniformă pe toată lungimea. Pentru alezaje lungi, o fixare la ambele capete a barei portcuțit asigură o rigiditate mai bună.

O precizie bună se obține însă dacă arborele portsculă este condus la ambele capete (fig. 15.22), legătura cu arborele principal al mașinii făcându-se elastic. În acest caz, pe lângă o rigiditate mai bună, precizia de prelucrare este determinată numai de erorile de reglare a sculei, fiind eliminată influența erorilor arborelui principal al mașinii.

Pentru realizarea unui echilibru al componentelor forțelor de așchiere, care pot produce deformări în sistemul tehnologic, la degroșare se poate folosi metoda strunjirii interioare cu două cuțite pe același diametru, în sensuri opuse, prin divizarea adaosului de prelucrare (fig. 15.23).

Prelucrarea prin strunjire a alezajelor conice se face prin rotirea saniei portcuțit, cu ajutorul riglei de copiat (fig. 15.24) și cu ajutorul cuțitelor-lamă. În primul caz avansul este manual, în al doilea caz avansul este

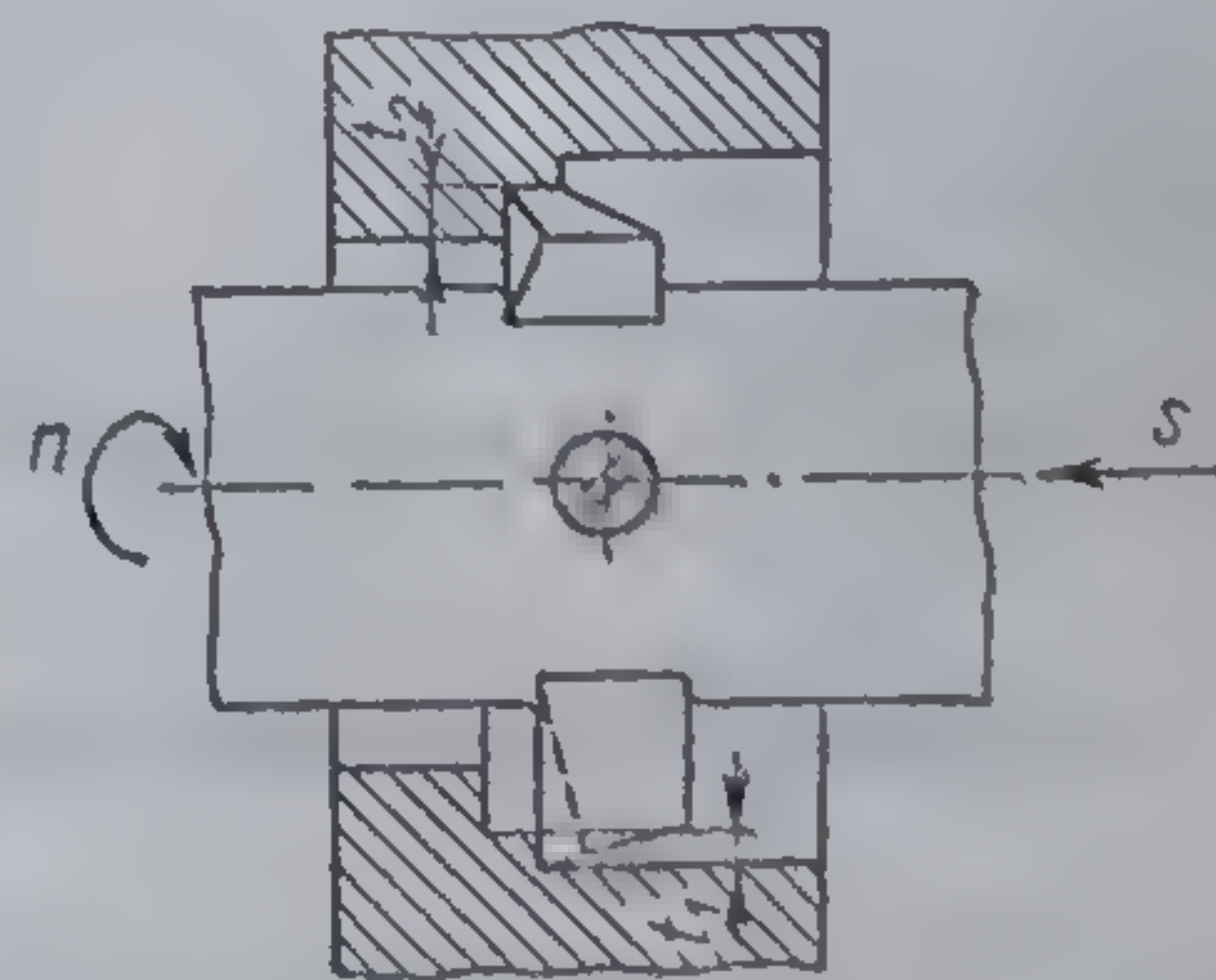


Fig. 15.23. Strunjirea cu două cuțite.

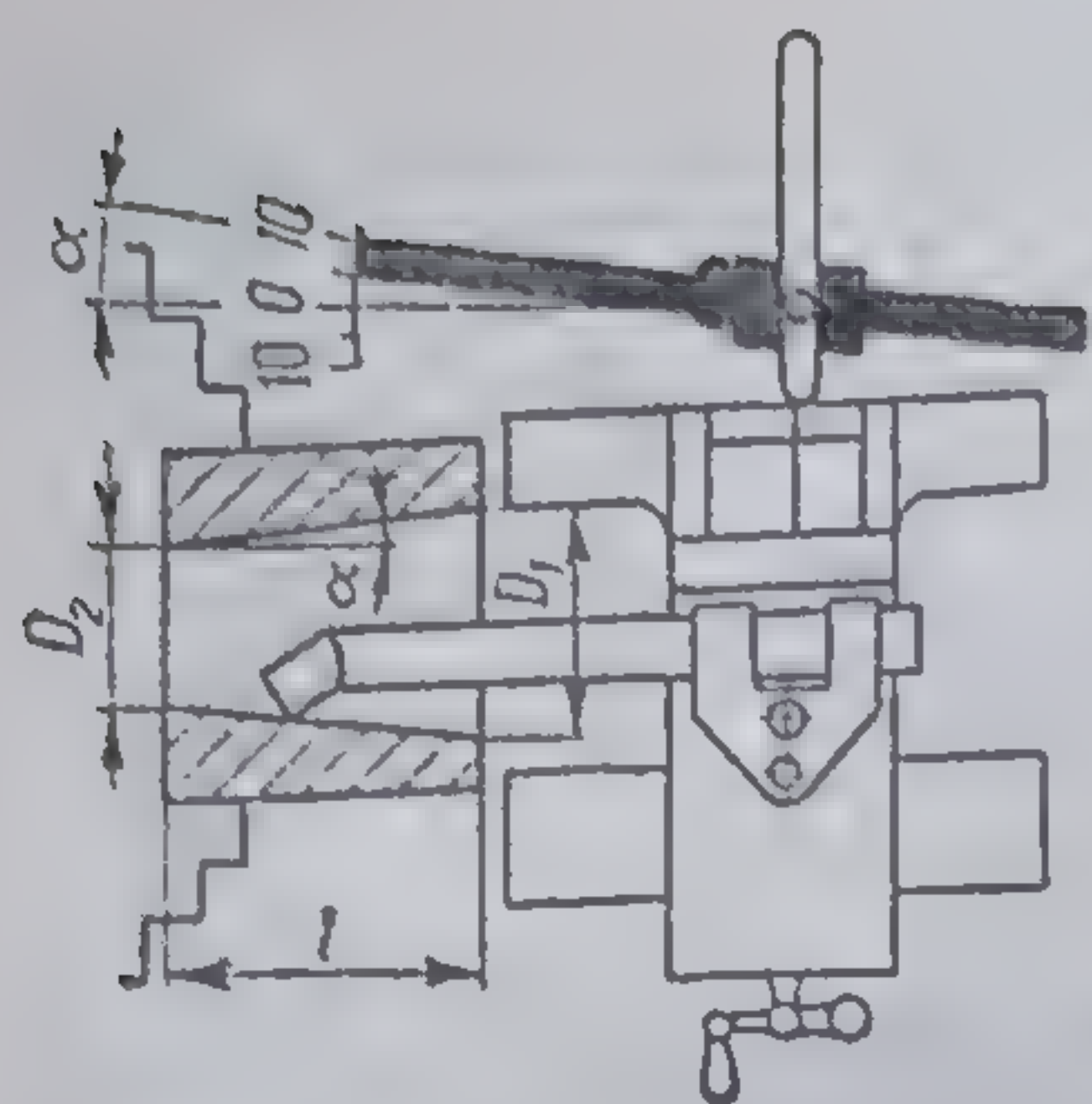


Fig. 15.24. Strunjirea alezajelor conice folosindu-se rigla de copiat.

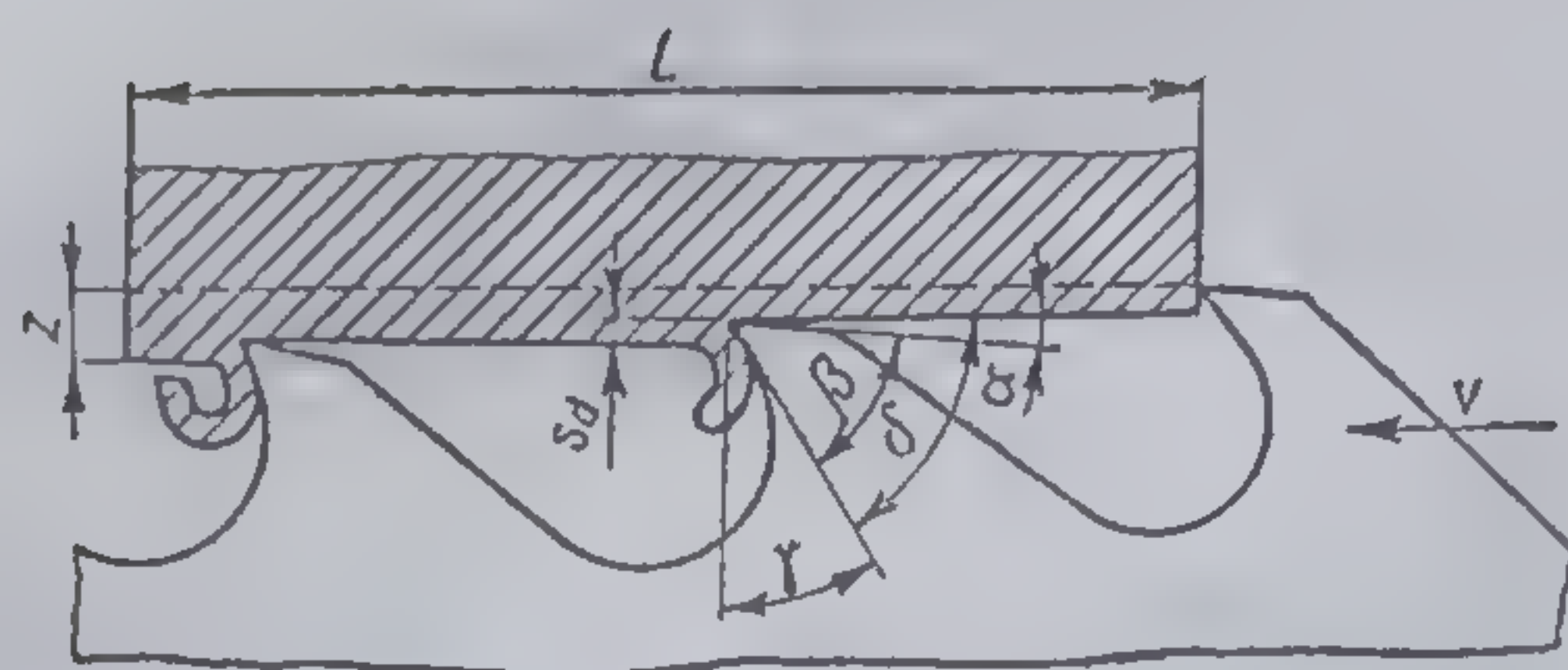


Fig. 15.25. Elementele broșării.

mecanic, obținându-se o calitate mai bună a suprafeței, iar în al treilea caz avansul este tot manual, avînd direcția paralelă cu axa de rotație a piesei, scula fixîndu-se în pinola păpușii mobile.

5. PRELUCRAREA ALEZAJELOR PRIN BROȘARE

Prin broșare, se înțelege procesul de prelucrare prin așchiere a suprafețelor interioare sau exterioare, plane sau de revoluție, netede sau profilate, cu ajutorul unor scule cu mai multe muchii tăietoare, numite broșe. Mișcarea principală (rectilinie, elicoidală) este executată de sculă, iar mișcarea de avans s_d este dată de construcția sculei, prin diferența de înălțime de la un dinte la altul (fig. 15.25). Productivitatea procedurii de prelucrare prin broșare este de 3—10 ori mai mare decît celelalte procedee de prelucrare prin așchiere. Aceasta se explică astfel: durabilitatea sculei fiind mare face utilizarea rentabilă (mai ales la producția în serie mare și în masă), deși costul este ridicat; reducerea timpului de pregătire și încheiere și a timpului util ca urmare a faptului că broșa prin acțiunea ei de ghidare face ca piesa să se autocentreze, fără a pierde timp cu așezarea și fixarea; mecanizarea și automatizarea procesului de prelucrare.

Operația de broșare se poate efectua prin tragere sau prin presare; în primul caz, broșa este trasă de-a lungul suprafeței interioare sau exterioare a piesei care se prelucurează, iar în al doilea caz, ea este împinsă cu ajutorul unei mașini de presat cu acționare progresivă (de exemplu, presă hidraulică). De menționat că în semifabricat trebuie să se execute în prealabil un alezaj prin care să se introducă broșa, pentru a se prelucra în continuare forma definitivă a acesteia. Adaosul de prelucrare este de 0,3—1,2 mm, pentru diametre între 12 și 50 mm.

Precizia de prelucrare la broșare se încadrează în calitățile 5—7 ISO, iar rugozitatea suprafețelor obținute $R_a = 3,2 \dots 0,8 \mu\text{m}$.

a. Scule folosite la prelucrarea alezajelor prin broșare

Broșele sînt scule așchietoare prevăzute cu mai multe muchii tăietoare. Forma lor depinde de forma suprafeței piesei ce urmează a fi prelucrată. Părțile principale ale unei broșe de interior (fig. 15.26) sînt:

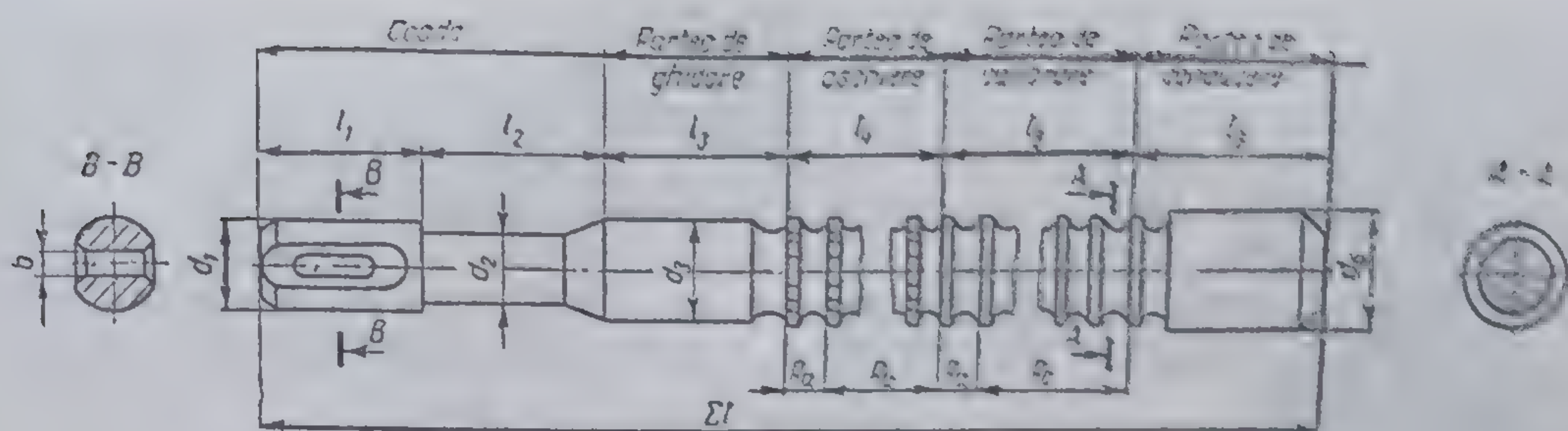


Fig. 15.26. Părțile principale ale unei broșe de interior.

— coada broșei, compusă din partea de prindere l_1 și gitul l_2 , servește la fixarea și acționarea broșei. Forma acestora depinde de dispozitivul de prindere existent la mașina-unealtă, care poate fi cu pană (ca cel din figură) sau gen clește;

— partea de ghidare din față servește la centrarea și conducerea broșei de semifabricat;

— partea de aşchiere cuprinde dinții de degroșare și ultimii 2—3 dinți de finisare;

— partea de calibrare cuprinde dinții de rezervă, de aceeași înălțime, care trebuie să intre pe rând în procesul de aşchiere, pe măsură ce dinții din partea de aşchiere își pierd dimensiunea în urma reascuțirii;

— partea de conducere din spate servește la ghidarea broșei, când aşchiază ultimii dinți și când, pe măsură ce aşchiera se termină, sînt în contact cu semifabricatul din ce în ce mai puțini dinți. Pentru evitarea vibrațiilor se recomandă ca pasul să crească de la un dinte la altul sau pe grupe de 3—5 dinți cu 0,1—0,5 mm.

Valoarea unghiului de aşezare pentru partea aşchietoare (fig. 15.27, a) va fi $\alpha = 2 \dots 3^\circ 30'$, iar pentru partea de calibrare (fig. 15.27, b) va fi $\alpha_c = 30' \dots 1^\circ$. Unghiul de degajare va avea aceeași valoare pentru ambele părți $\gamma = \gamma_c = 5 \dots 15^\circ$.

Fațeta părții aşchietoare $f_1 = 0,05$ mm, iar fațeta părții de calibrare $f_2 = 0,2 \dots 1,2$ mm.

Dacă diametrele de prelucrat sînt mai mari de 80 mm, atunci se vor folosi broșe cu dinți demontabili.

b. Elementele regimului de aşchiere la broșare

Elementele aşchiei la broșare (v. fig. 15.25) sînt: grosimea aşchiei $a = s_d$ și lățimea aşchiei $b = L$, în care: s_d este avansul pe dinte și L lungimea alezajului. Valorile avansului pe dinte s_d s-au stabilit experimental între 0,02 și 0,3 mm. Pentru valori mai mici de 0,02 mm, în loc de aşchiere s-ar produce numai o tasare a materialului.

La stabilirea vitezei optime de broșare, deoarece broșa este o

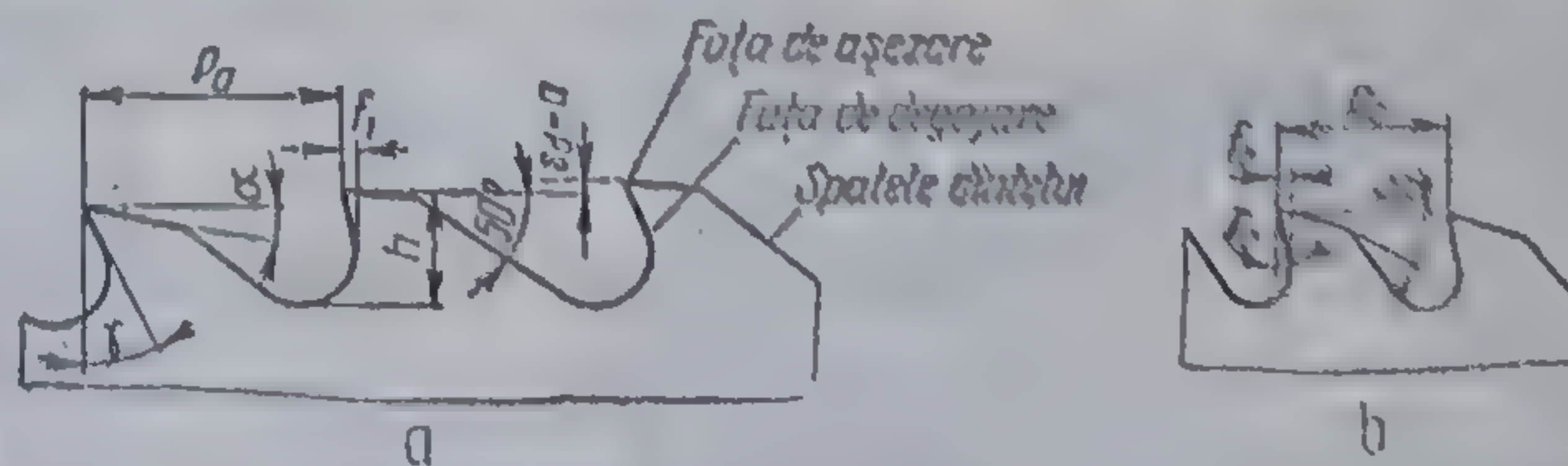


Fig. 15.27. Elementele dinților broșei.

sculă de finisare, trebuie evitate vitezele favorabile formării depunerilor pe tăiș (cu consecințele ei negative asupra rugozității). Se vor prefera deci fie viteze de 10—12 m/min, fie viteze peste 40 m/min. Ultimul domeniu are însă inconvenientul că în acest caz se amplifică fenomenele dinamice la pătrunderea dinților succesivi și la ieșirea lor din stratul de așchiat.

La prelucrarea prin broșare, ca lichid de răcire și ungere, pentru oțel se folosește petrolul sulfonat, emulsie sau uleiul vegetal. Broșarea pieselor din fontă și bronz se face uscat. La broșarea aluminiului se folosește uneori petrol.

c. Metode de prelucrare a alezajelor prin broșare

Funcție de poziția suprafeței de prelucrat, în raport cu altă suprafață, și de felul mișcărilor executate de broșe sau semifabricat se deosebesc trei metode de broșare.

1) *Broșarea liberă* (fig. 15.28) se aplică când suprafața de prelucrat prin broșare nu este legată prin cote de alte suprafețe ale semifabricatului. Ea nu schimbă decât forma și dimensiunile unui alezaj prelucrat în prealabil. În cazul pieselor la care suprafața frontală este normală pe axa alezajului, semifabricatul 1 este așezat pe piesa de reazem 2, montată pe corpul 3 al mașinii de broșat. În caz contrar se folosește un suport sferic care permite autocentrarea (v. fig. 13.22).

2) *Broșarea coordonată* (fig. 15.29) se aplică când suprafața de prelucrat prin broșare este legată prin cote de alte suprafețe ale semifabricatului. În acest caz, se folosesc dispozitive care poziționează broșa față de suprafețele de bază ale semifabricatului. Broșa 1 este ghidată de piesa 2, montată în alezajul semifabricatului 3 și al platoului 4, al mașinii de broșat.

3) *Broșarea suprafețelor interioare de revoluție* se execută și cu broșe de rotație (fig. 15.30) ai căror dinți sînt dispuși pe o spirală, în raport cu axa de rotație, pentru a li se da astfel supraînălțările necesare.

După precizia dimensiunilor și gradul de netezime (rugozitatea) al suprafețelor prelucrate, se deosebesc: broșarea de degroșare, broșarea de finisare și broșarea de calibrare (sau de netezire).

Broșarea de degroșare se aplică, de obicei, ca o prelucrare pregătitoare la suprafețele complexe și cu adaos de prelucrare mare (pînă la 10 mm și chiar mai mult).

Broșarea de finisare are ca scop îndepărtarea ultimului adaos de prelucrare (pînă la 1 mm) și obținerea formei definitive a suprafețelor.

Broșarea de calibrare (sau de netezire) urmărește mai mult mărirea gradului de netezime al suprafețelor și mai puțin schimbarea dimensiuni-

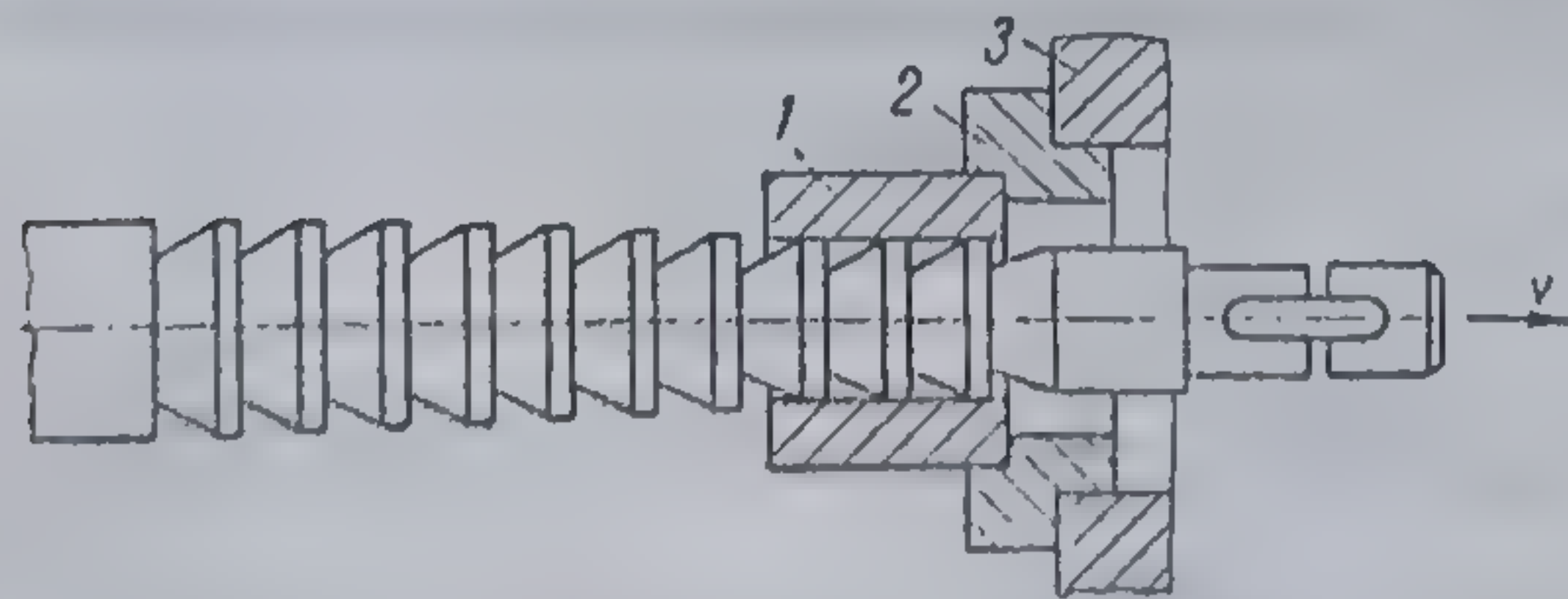


Fig. 15.28. Broșarea pieselor la care suprafața frontală este normală la axa alezajului.

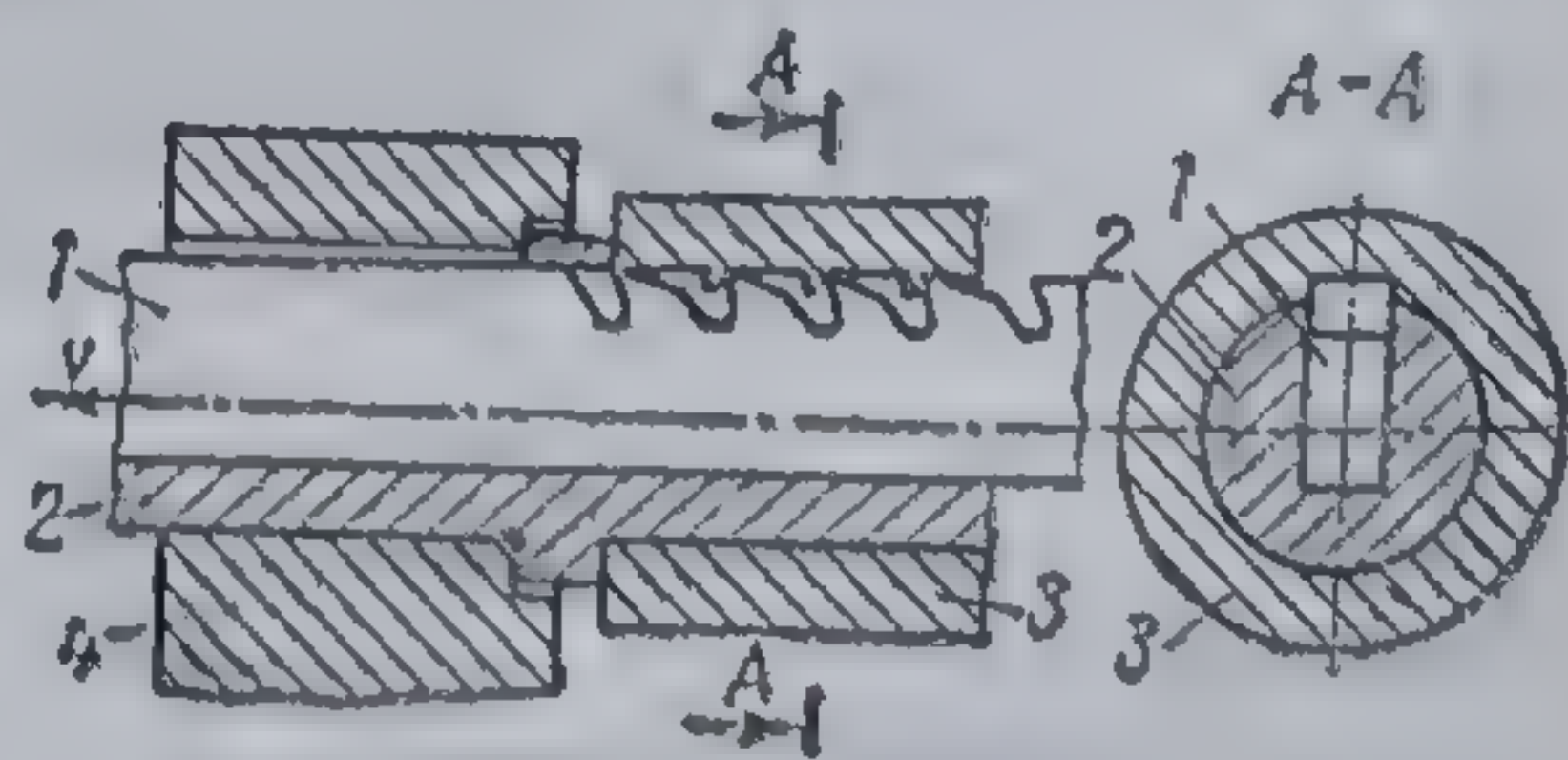


Fig. 15.29. Schema broșării coordonate.

lor. Adaosul de prelucrare lăsat pentru calibrare variază între 0,005 și 0,1 mm, în funcție de materialul piesei și de calitatea prelucrării anterioare.

Piesele cu pereți subțiri nu pot fi prelucrate prin broșare, deoarece presiunea care ia naștere ar produce deformarea lor.



Fig. 15.30. Broșarea alezajelor cu broșe de rotație.

6. RECTIFICAREA ALEZAJELOR

Operația de rectificare a suprafețelor de revoluție interioare, cilindrice și conice, ca procese de așchiere, este asemănătoare cu rectificarea suprafețelor de revoluție exterioare. Procedul se aplică la prelucrarea alezajelor de precizie ridicată, după ce piesele respective au fost supuse călirii sau când piesele sînt executate din materiale dure. Valorile diametrului pietrei de rectificat interior sînt de 0,7—0,9 din diametrul alezajului care se prelucrează. Această operație se realizează pe mașinile de rectificat interior sau universale, la mașinile de rectificat planetare și uneori la strung cu dispozitivul de rectificat fixat pe sania portcuțit.

Precizia de prelucrare ce se obține prin rectificarea interioară se încadrează în calitățile 5—8 ISO, iar rugozitatea suprafeței $R_a=1,6 \dots 0,2 \mu\text{m}$.

a. Regimul de așchiere la rectificarea alezajelor

Regimul de așchiere în procesul de rectificare interioară se caracterizează prin următoarele date; viteza variază între 10 și 30 m/s, după mărimea alezajelor de rectificat, valorile mari folosindu-se când diametrul alezajului depășește 30 mm; avansul transversal, în cazul rectificării de degroșare a oțelului și fontei, variază între 0,005 și 0,02 mm, iar pentru finisare, valorile sînt cuprinse între 0,002 și 0,01 mm pentru o cursă dublă. Valorile mai mici se folosesc în cazul alezajelor cu diametrul sub 40 mm și la rapoarte mari între lungimea și diametrul alezajului. Avansul longitudinal la o turație a piesei variază între 0,4 și 0,8 din lățimea pietrei abrazive, la rectificarea de degroșare, și de la 0,25 la 0,4 din lățimea pietrei abrazive, la rectificarea de finisare. Pentru mărirea avansului longitudinal, se impune folosirea pietrelor abrazive late, iar mărimea lățimii adoptate este limitată numai de rigiditatea arborelui principal. Caracteristică rectificării interioare este mărimea arcului de contact dintre discul de rectificat și piesa de prelucrat, care cauzează încălzirea intensă a piesei ce se prelucrează și pentru evitarea acestui inconvenient se folosesc discuri abrazive moi.

Operația de rectificare interioară este însoțită de o răcire, cu atît mai abundentă cu cît diametrul alezajului este mai mic.

b. Metode de prelucrare a alezajelor prin rectificare

Rectificarea interioară se poate efectua prin două metode: cu piesa în mișcare de rotație sau cu piesă fixă. Aplicarea uneia sau a celeilalte metode este determinată de forma și dimensiunile piesei. Astfel, la piese

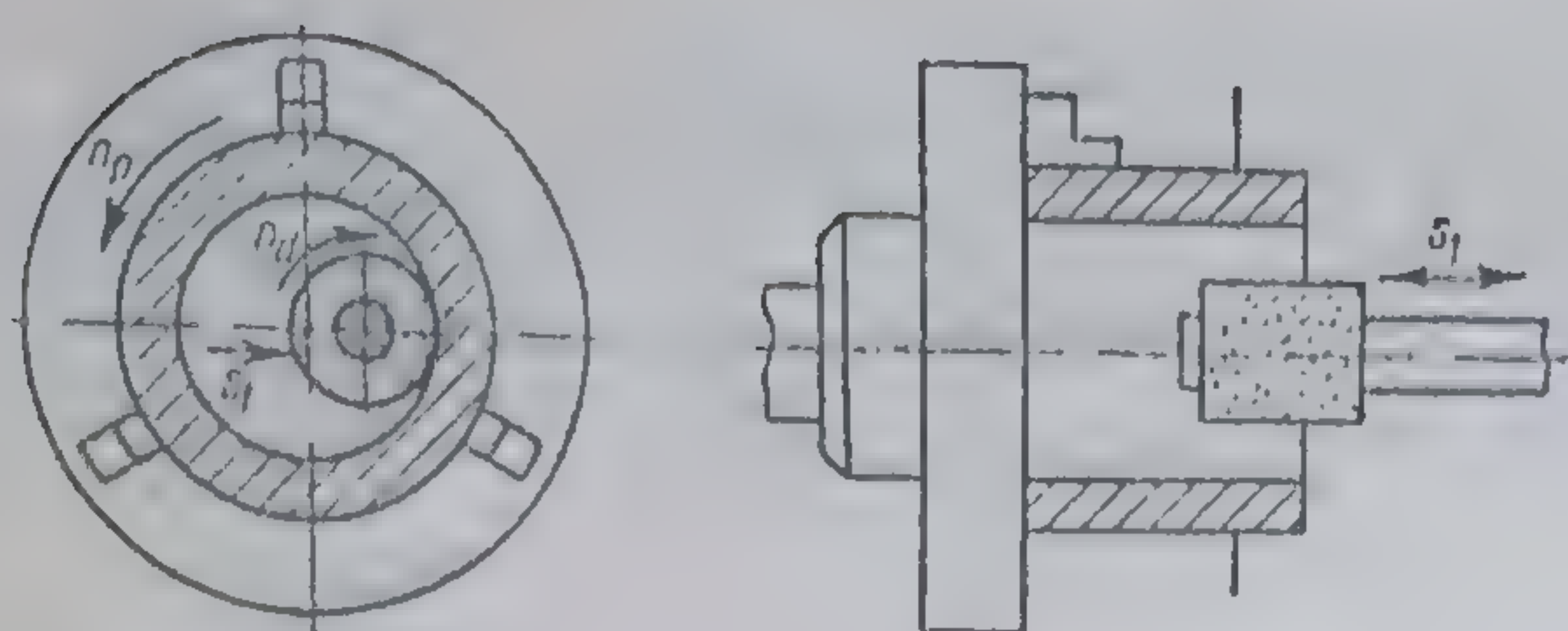


Fig. 15.31. Procedeu de rectificare interioară cu mișcarea de rotație a piesei.

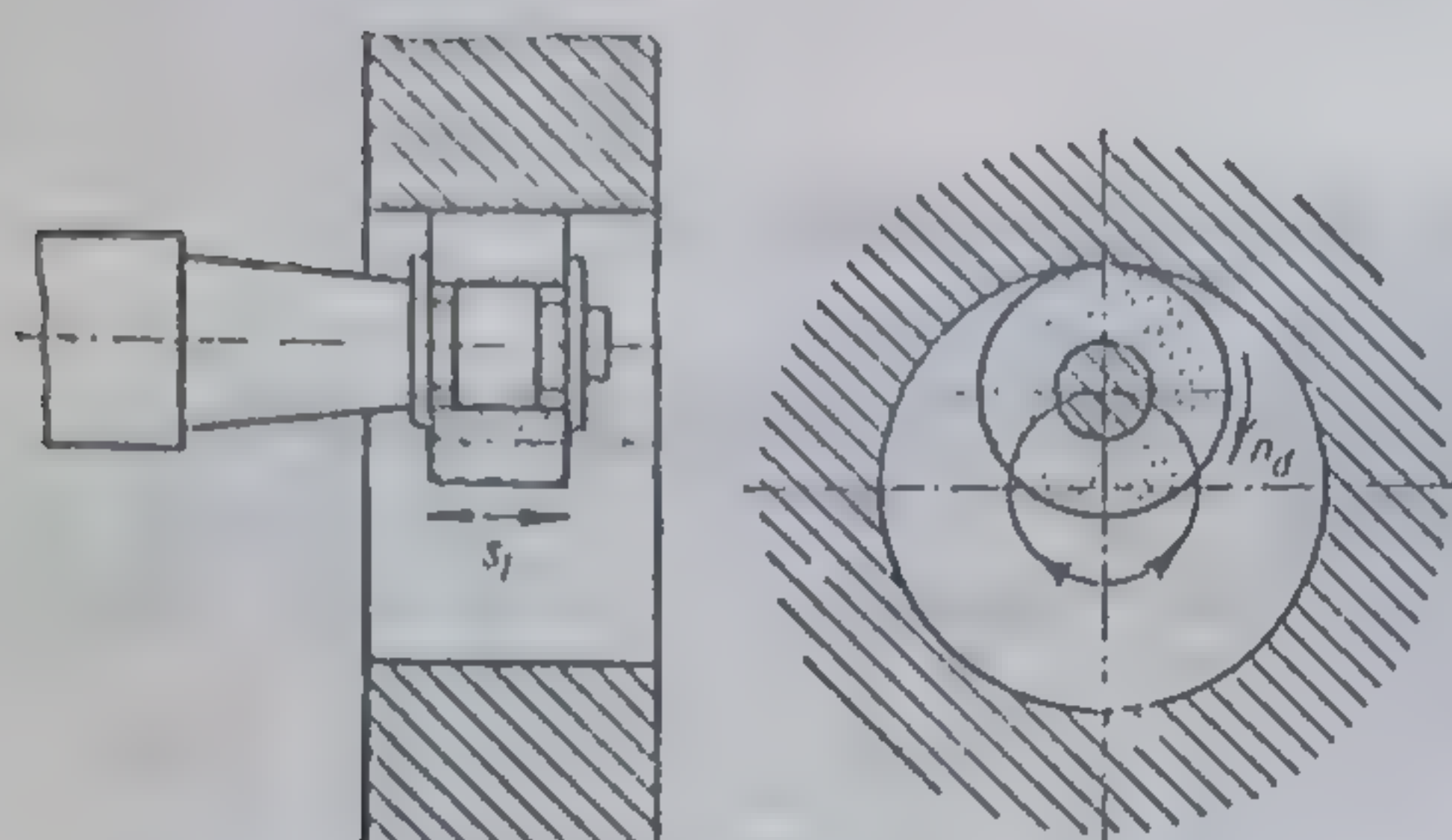


Fig. 15.32. Procedeu de rectificare interioară cu piesă fixă.

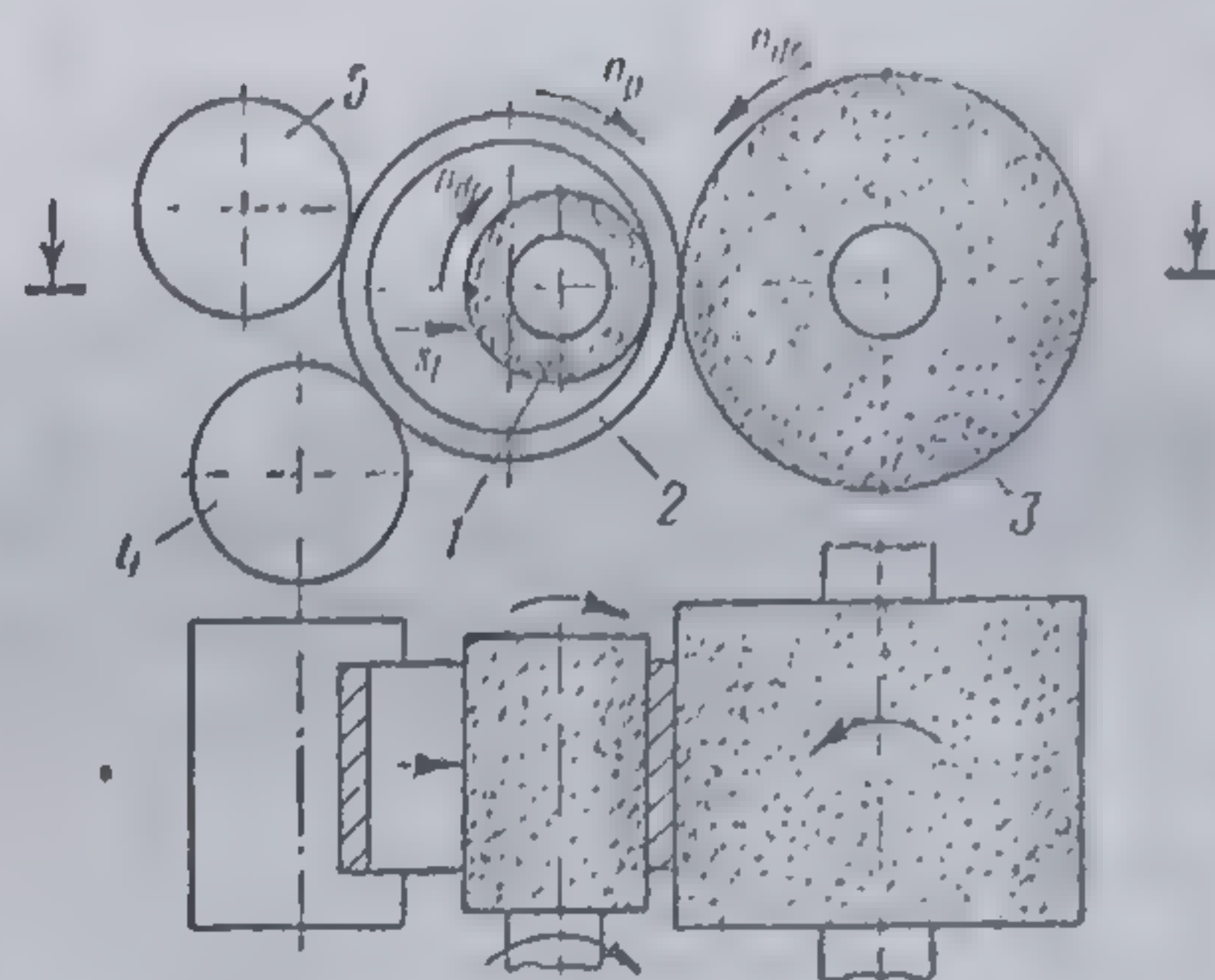


Fig. 15.33. Rectificarea interioară fără prinderea piesei.

cu dimensiuni mici, avînd forme regulate (discuri, bușe, roți dințate etc.), care se pot fixa ușor în mandrina mașinii, se aplică prima metodă. La piese cu dimensiuni mari și cu forme complexe (blocuri de cilindri și carcase), care se pot fixa greu în mandrina mașinii și care nu se pot roti, se folosește a doua metodă.

La procedeul unde piesa este în mișcare de rotație, discul abraziv execută mișcarea principală, mișcarea de avans longitudinal și de pătrundere, iar piesa execută numai mișcarea de avans circular, care are sens contrar mișcării discului abraziv (fig. 15.31). La procedeul la care piesa este fixă, discul abraziv execută toate mișcările necesare realizării procesului de prelucrare (fig. 15.32). Acestea sînt: mișcarea de rotație în jurul axei sale, mișcarea de rotație planetară în jurul alezajului și mișcările de avans longitudinal și transversal.

Rectificarea interioară fără prinderea piesei se folosește mai rar și anume pentru prelucrarea unor inele cu pereți subțiri la producția în serie mare sau în masă (fig. 15.33). Prelucrarea se face de obicei cu avans de pătrundere. Coaxialitatea suprafețelor exterioară și interioară se asigură prin folosirea drept bază la prelucrare, suprafața exterioară, rectificată anterior. Piesa 2 se sprijină pe rolele 4 și 5 și este antrenată în mișcarea de avans circular și longitudinal de discul de antrenare 3. Piatra 1 execută mișcarea principală și mișcarea de avans de pătrundere.

7. PRELUCRAREA DE NETEZIRE A ALEZAJELOR

Prelucrarea de netezire a alezajelor se face cu scopul asigurării unui înalt grad de precizie a dimensiunilor a unei calități superioare a suprafeței. Procedecele aplicate sînt determinate de condițiile de precizie și calitate, de forma și dimensiunile piesei. Acestea sînt: strunjirea de netezire interioară, honulrea, rodarea etc.

a. Strunjirea de netezire interioară

Acest procedeu se folosește mai ales la prelucrarea alezajelor pentru bolțuri de pistoane, capete de bielă, alezaje în carcase, în păpușile mobile, locașuri pentru lagăre etc. De asemenea, procedeu se aplică la prelucrarea pieselor din aliaje neferoase: aluminiu și aliaje de aluminiu, bronz și alamă, aliaje antifricțiune, deoarece aplicarea altor procedee de finisare, ca broșarea, alezarea sau rectificarea nu asigură obținerea unei netezimi corespunzătoare a suprafeței. Strunjirea de netezire interioară este caracterizată prin viteză de așchiere foarte mare, avans și adâncime de așchiere mici, ceea ce permite aplicarea procedului și la piesele cu pereți subțiri, deoarece eforturile de așchiere mici (ca o consecință a valorilor reduse ale lui s și t) nu produc deformarea pereților pieselor respective. Cuțitele folosite sînt armate cu plăcuțe din carburi metalice, mineraloceramice sau cu diamant. Regimurile de așchiere utilizate depind de cuțitul folosit și de materialul prelucrat (tabelele 15.7 și 15.8).

Vitezele de așchiere foarte mari impun mașini-unelte cu rigiditate sporită.

Rugozitatea suprafeței prelucrate prin această metodă $R_a=1,6 \dots 0,2 \text{ } \mu\text{m}$.

Tabelul 15.7

Regimurile de așchiere la strunjirea cu diamant

Materialul ce se prelucreează	Viteza de așchiere v , m/min	Avansul s , mm/rot	Adâncimea t , mm
Aliaje din aluminiu tratate termic	200—300	0,02—0,05	0,2—0,6
Aluminiu pur	250—350		
Aliaje cu Mg	300—380		
Bronz turnat	150—300		
Bronz cu Pb	500—600		
Aliaje antifricțiune	250—350		

Tabelul 15.8

Regimurile de așchiere la strunjire cu cuțite cu plăcuțe
mineraloceramice și din carburi metalice

Materialul de prelucrat	Viteza de așchiere v , m/min	Avansul s , mm/rot	Adâncimea de așchiere t , mm
Oțel	200—400	0,05—0,08	0,2—0,5
Fontă	200—600	0,05—0,08	0,1—0,8

b. Netezirea suprafețelor alezajelor prin honuire

Prelucrarea se execută astfel: scula de lucru cu barele abrazive montate extensibil (fig. 15.34, a) se introduce în alezajul de prelucrat, deplasarea barelor abrazive efectuîndu-se manual sau automat în timpul prelucrării. Honul (scula) execută apoi o mișcare complexă, compusă dintr-o

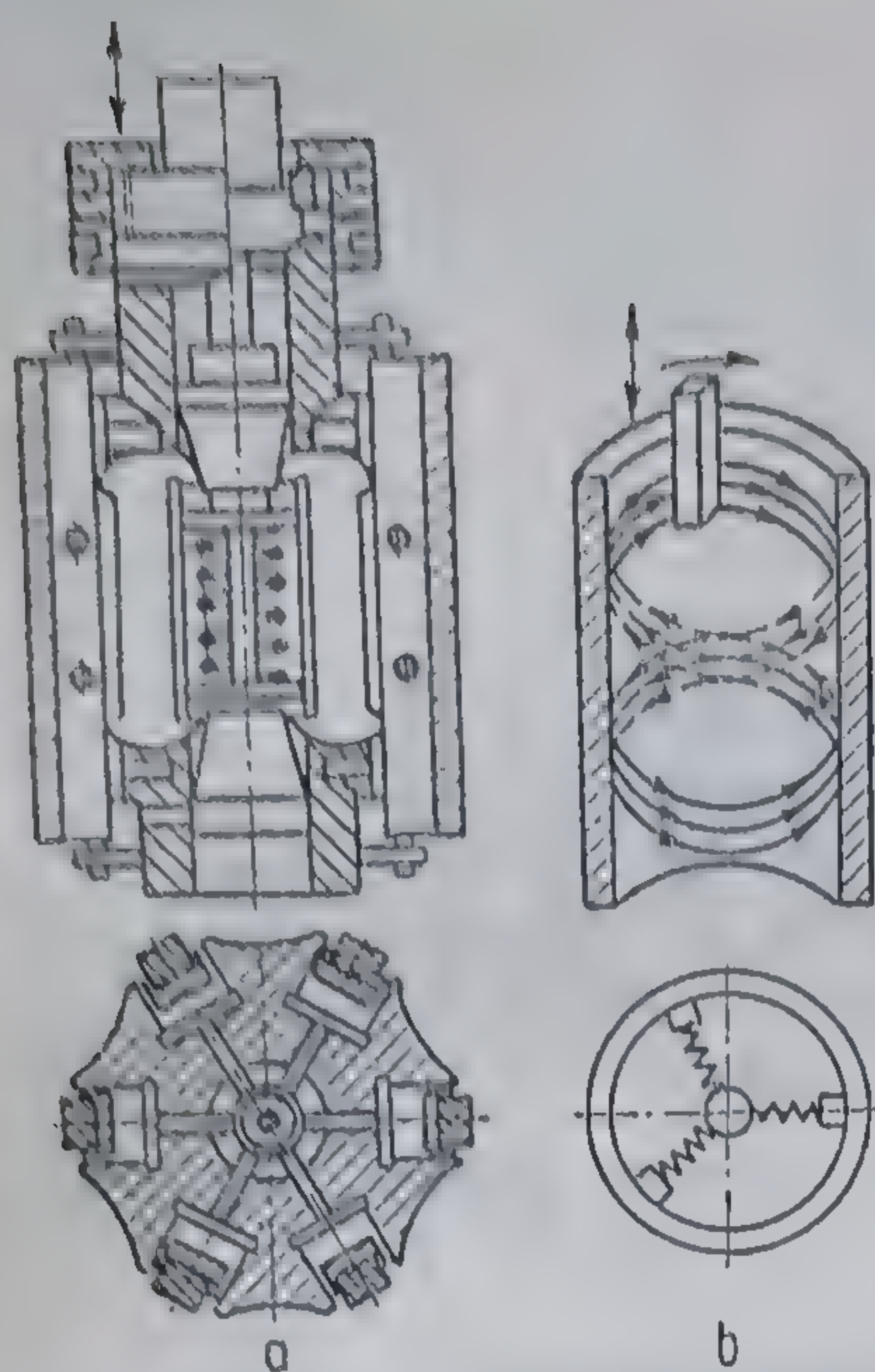


Fig. 15.34. Honulrea.

rotație și o translație-alternativă (fig. 15.34, b). Când barele abrazive ajung în poziția extremă de desfacere, corespunzătoare diametrului final al alezajului prelucrat, scula de lucru se oprește după câteva mișcări. În timpul lucrului se folosește ca lichid de răcire-ungere petrol la prelucrarea fontei și amestec de 90% petrol cu 10% ulei la prelucrarea oțelului.

Domeniul de utilizare a acestei metode îl formează prelucrarea alezajelor cu diametrul de 2,5—1 000 mm. Regimul de lucru este determinat de viteza de rotație, viteza de translație și de presiunea specifică a barelor abrazive. Viteza de rotație a capului de honuit este de 40—80 m/min, iar viteza rectilinie-alternativă de 10—15 m/min.

Prin această metodă se obține o rugozitate a suprafeței $R_a = 1,6 \dots 0,025 \mu\text{m}$. Precizia de prelucrare se încadrează în calitățile 1—7 ISO.

c. Netezirea alezajelor prin rodare

Rodarea este prelucrarea prin aşchiere executată cu abraziv de granulație fină, pregătit sub formă de pastă și introdus între două piese în mișcare relativă (una dintre piese fiind scula) pentru a îmbunătăți contactul efectiv dintre suprafețe (de exemplu, fig. 15.35). Prin rodare se înlătură impreciziile macrogeometrice, se realizează o formă geometrică bună și se îmbunătățește calitatea suprafeței.

Scula are forma unui dorn din fontă rectificat la exterior și un diametru cu 0,01—0,02 mm mai mic decât diametrul alezajului care urmează a fi prelucrat. Dornul, fiind despicat în trei sectoare și avînd un alezaj central infundat, poate fi ajustat pe suprafața de prelucrat cu ajutorul unui cui conic. Ca abraziv de rodare se utilizează: oxidul de aluminiu, carbura de fier, oxidul de fier, oxidul de crom, carborundul, carbura de bor, uncori praf de diamant etc. Pasta care servește ca liant al granulelor abrazive este constituită din seu, vaselină sau diferite produse vegetale sau minerale. Regimul de lucru se caracterizează prin viteze de lucru de 6—30 m/min și presiune de contact de 0,5—3 daN/cm². Precizia obținută prin rodare poate fi de 1—3 μm , iar rugozitatea suprafeței $R_a = 0,05 \dots 0,4 \mu\text{m}$.

Rodarea este un procedeu de prelucrare foarte puțin productiv, ceea ce impune ca adaosul să fie mic (0,005—0,02 mm), iar această operație să fie precedată de anumite prelucrări: rectificare de finisare, alezare etc.

În cazul produselor realizate în serie mare sau în masă, ca motoarele de autoturisme ș.a., rodarea se execută și în stare asamblată (simultan la toate suprafe-

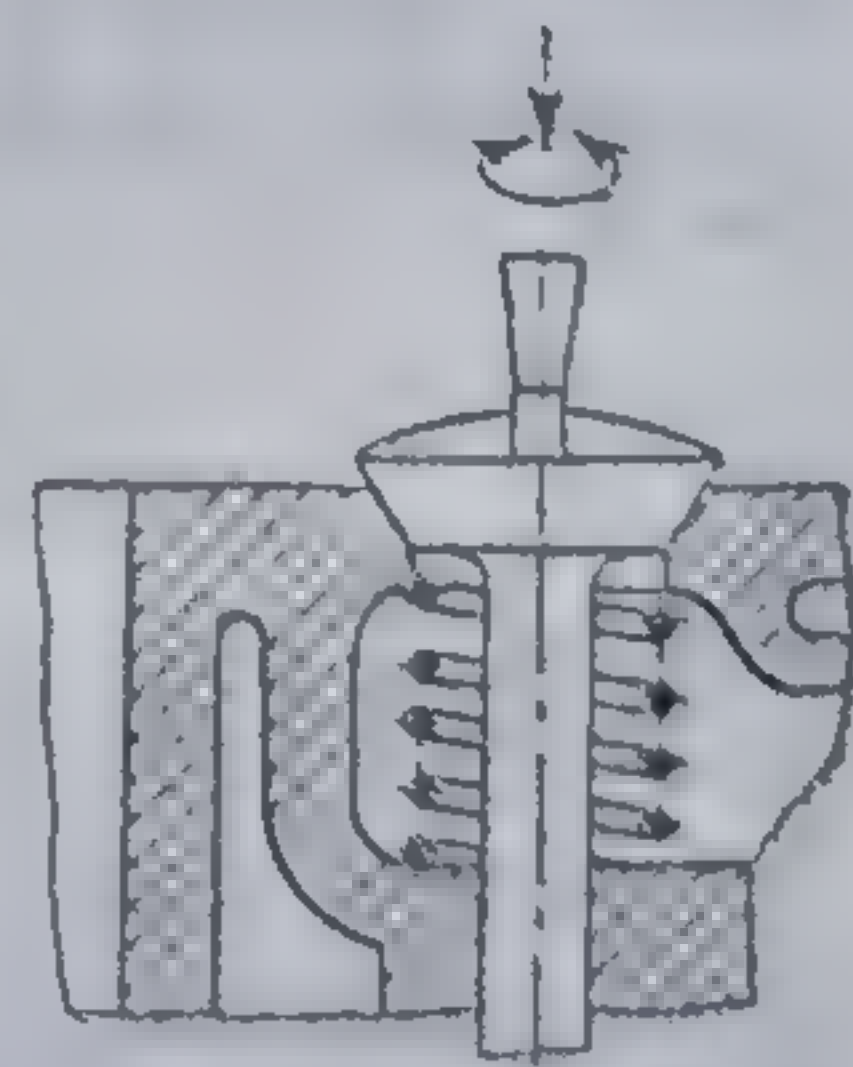


Fig. 15.35. Rodarea.

țele de contact în mișcare ale pieselor motorului), cu mișcare imprimată din exterior.

d. Netezirea alezajelor prin deformare plastică

Prelucrarea suprafețelor prin deformare plastică are ca rezultat: corectarea dimensiunilor și mărirea preciziei acestora; netezirea micronegularităților, respectiv îmbunătățirea substanțială a stării suprafețelor; durificarea stratului superficial pe o adâncime de 0,02—0,03 mm și chiar mai mult, ceea ce mărește rezistența la uzură și rezistența la oboseală a materialului. Scula poate fi o bilă (fig. 15.36, a), o broșă de netezire (fig. 15.36, b), un poanson sau un dorn etc. De obicei această metodă se aplică la prelucrarea alezajelor de diametre mici.

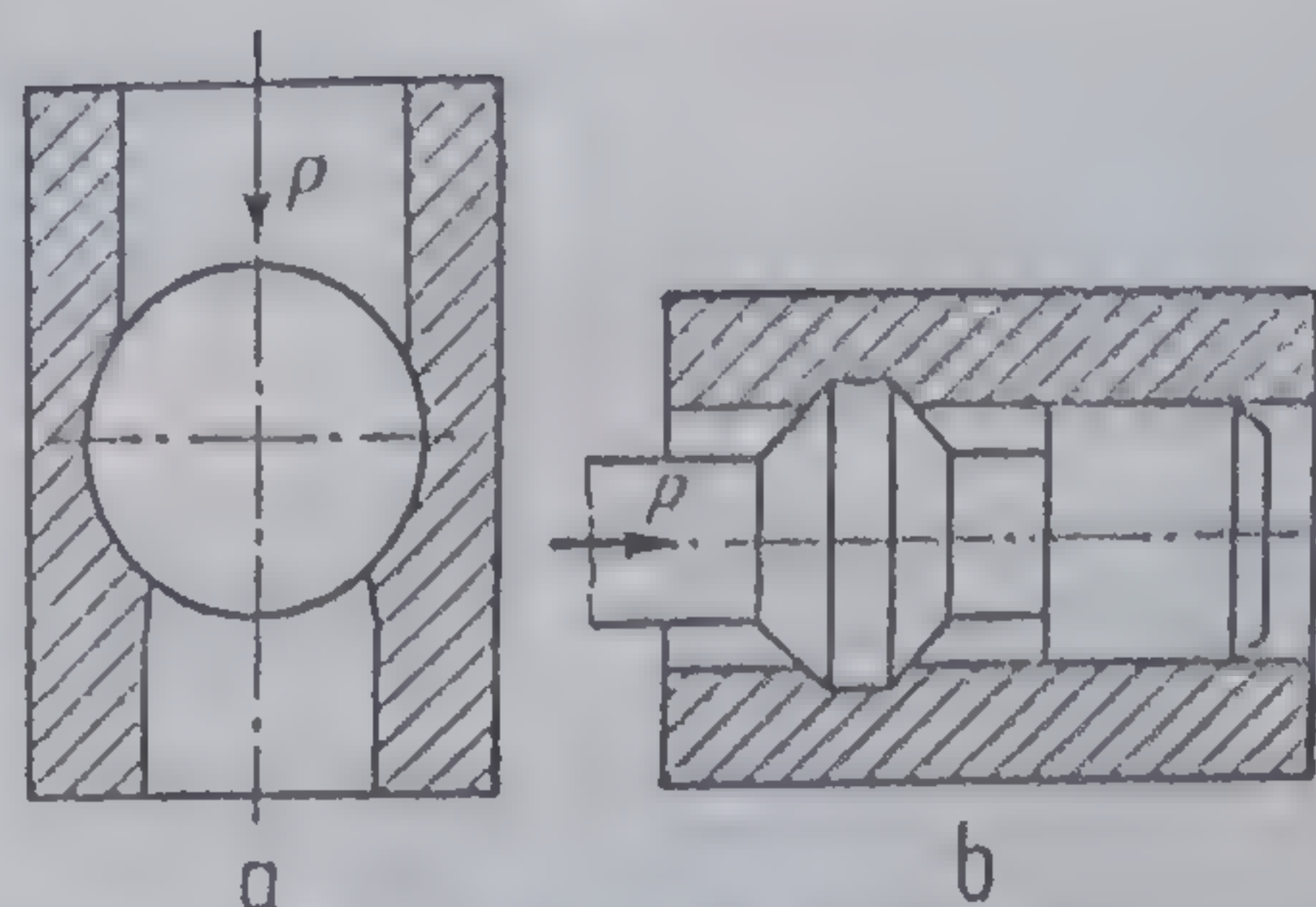


Fig. 15.36. Netezirea alezajelor prin deformare plastică.

8. PRELUCRAREA ALEZAJELOR CU SCULE COMBinate

Varietatea de forme a pieselor și condițiilor de prelucrare duce la posibilitatea combinării unui număr foarte mare de operații, ca de exemplu: burghiere cu teșire, burghiere cu alezare, burghiere cu frezare, strunjire cu filetare etc. Din multitudinea de exemple se prezintă cazul din figura 15.37 care reclamă utilizarea unei garnituri de trei scule combinate, și anume: burghiul 1, lărgitorul 2 pentru degroșarea suprafețelor respective (fig. 15.38, a); alezorul 3, lărgitorul 4, adâncitorul 5 și lama-torul 6 (fig. 15.38, b) pentru prelucrarea alezajului în a doua trecere; tarodul etajat 7 prevăzut cu cepuri de conducere 8. Pentru executarea filetelor în bune condiții este necesar ca cele două filete cu diametre diferite să aibă același pas și filetul ambelor trepte să fie în continuare (pe aceeași elice).

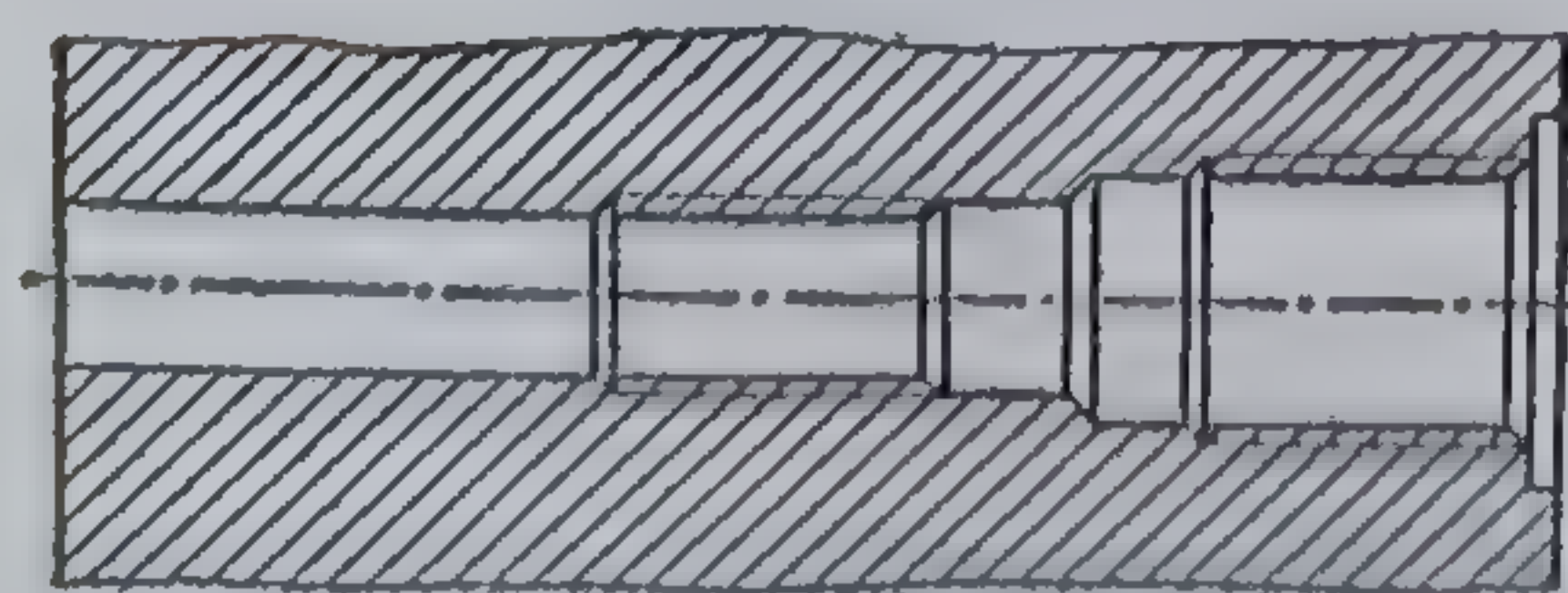


Fig. 15.37. Forma plesii de prelucrat.

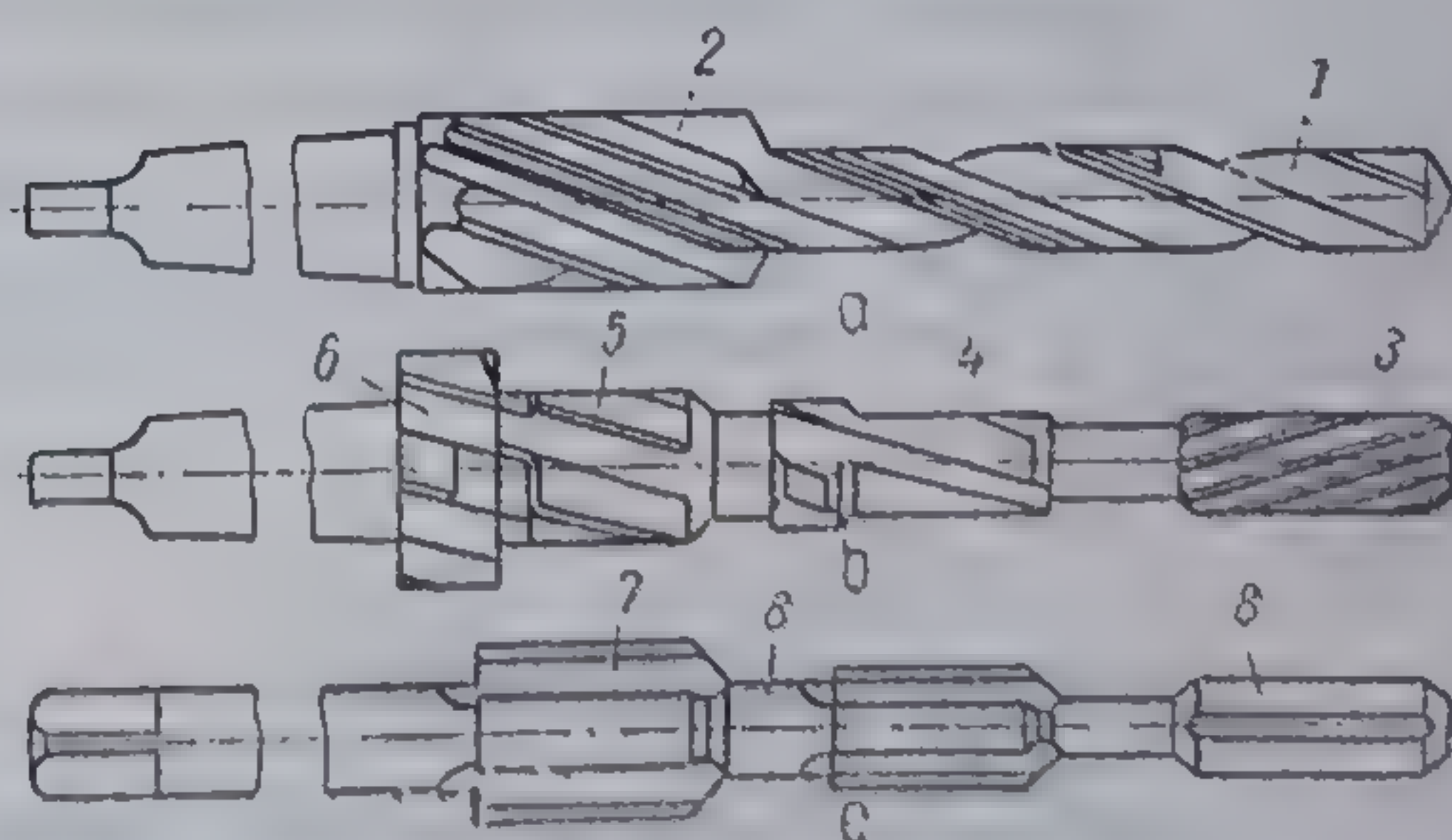


Fig. 15.38. Garnitură de scule combinate pentru executarea alezajului din figura 15.37.

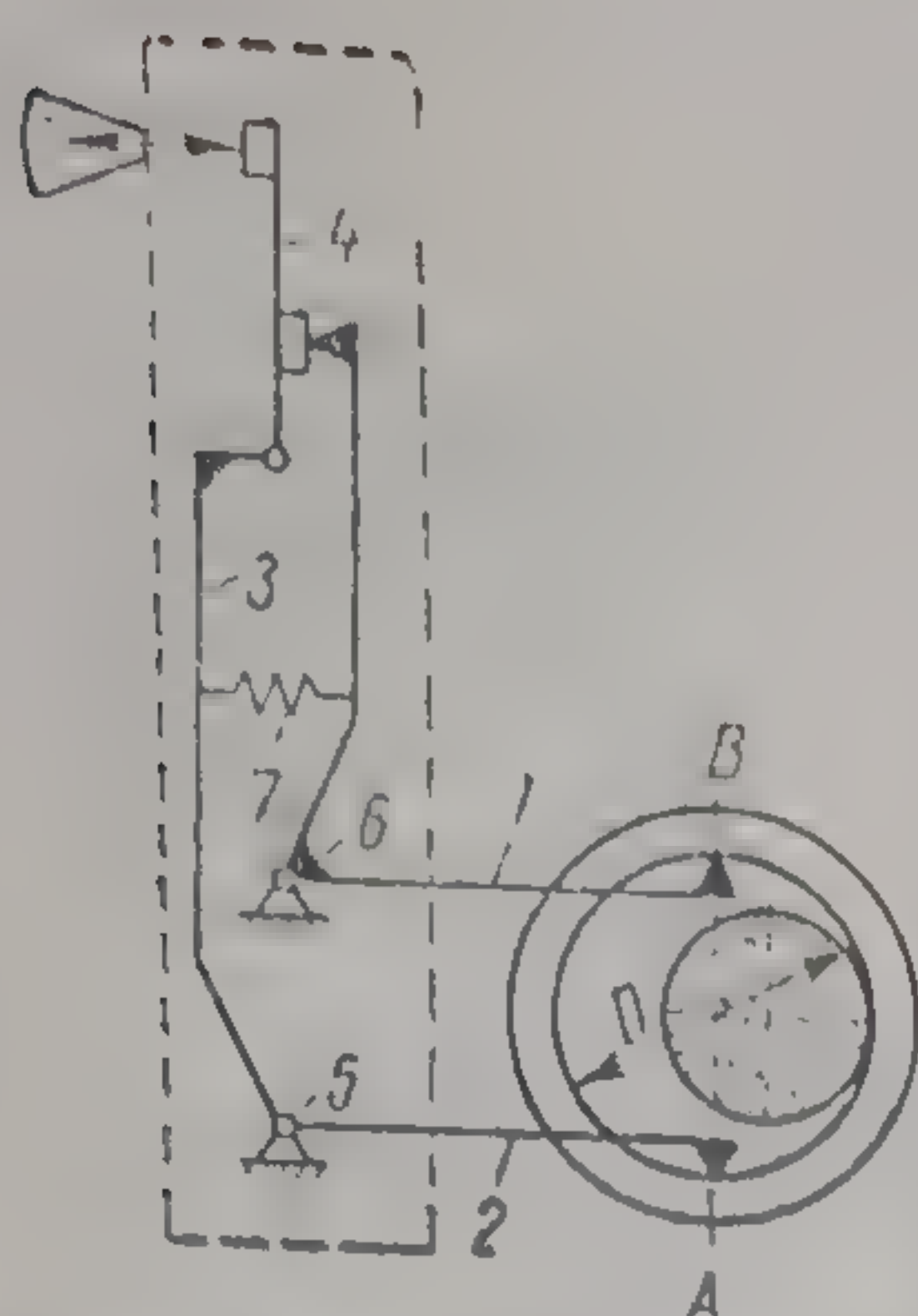


Fig. 15.39. Verificarea alezajelor în timpul prelucrării.

9. CONTROLUL EXECUȚIEI OPERAȚIILOR DE PRELUCRARE PRIN AȘCHIERE A SUPRAFEȚELOR DE REVOLUȚIE INTERIOARE

Mijloacele de verificat și controlat a alezajelor cilindrice și conice se aleg în funcție de precizia și de numărul de piese de verificat. Astfel, în cazul producției de unicate și de serie mică se vor folosi mijloacele de măsurat universale (șublere, micro-metre etc.), iar la producția în serie mare și în masă mijloace de măsurat speciale, instalații automate de verificat (calibre, dispozitive de verificat automate etc.). În figura 15.39 este reprezentat un aparat pentru verificat dimensiunea D în timpul prelucrării la rectificarea interioară. Dimensiunile alezajului se mă-

soară prin însumarea deplasării palpatoarelor 1 și 2, printr-un sistem de pîrghii 3 și 4, de un raport stabilit articulat în punctele 5 și 6. Contactul palpatoarelor pe suprafața alezajului se menține prin arcu 7.

10. MĂSURI DE TEHNICĂ A SECURITĂȚII MUNCII LA PRELUCRAREA SUPRAFEȚELOR DE REVOLUȚIE INTERIOARE

La prelucrarea alezajelor, pe lângă respectarea măsurilor generale de tehnică a securității muncii, trebuie respectate și unele reguli specifice acestui gen de prelucrări. Astfel, este necesar ca piesele și sculele să fie bine fixate, folosindu-se în acest scop menghine și mandrine cu acționare rapidă, care în același timp contribuie și la sporirea productivității.

În vederea eliminării așchiilor din locurile greu accesibile (alezaje mici și adânci), se vor folosi dispozitive pneumatice de aspirație sau cu magneți. Nu este indicată eliminarea așchiilor prin suflare cu jet de aer. Dispozitivele în care se fixează piesele vor avea o bună stabilitate, pentru a nu fi posibilă antrenarea lor de către scula așchietoare. Hainele de protecție trebuie să fie strînse pe corp, iar părul acoperit, pentru a nu exista posibilitatea înfășurării lor pe organele mașinilor și sculelor aflate în mișcare de rotație. La alegerea și montarea sculelor se va acorda atenția necesară, astfel încât acestea să fie corespunzătoare (fără crăpături, lovituri, zgîrieturi). Piesele executate se verifică numai cînd mașina-unealtă este în repaus, luîndu-se și măsurile necesare că aceasta nu va porni în timpul efectuării verificărilor și măsurării alezajelor.

Locul de muncă individual se va organiza ținîndu-se seama de cerințele ergonomice.

VERIFICAREA CUNOȘTINȚELOR

1. Folosind tabelele 15.1 și 15.2 și relația de calcul 15.4 să se stabilească elementele regimului de așchiere pentru prelucrarea unui alezaj cu diametrul de 24 mm prin burghiere într-o plesă din oțel de construcție și turația la care trebuie reglată mașina de burghiat.

2. Să se arate modul în care schimbarea parametrilor constructivi ai burghiului elicoidal contribuie la creșterea productivității.
3. Să se precizeze care sînt dificultățile ce apar la prelucrarea alezajelor adînci, metodele aplicate în vederea eliminării posibilelor erori și sculele folosite în acest scop.
4. Să se aleagă elementele regimului de așchiere la prelucrarea prin lărgire a unui alezaj cu diametrul de 30 mm într-o piesă din oțel carbon, folosindu-se în acest scop tabelele 15.4 și 15.5.
5. Să se arate mașinile și metodele de prelucrare prin strunjire a alezajelor cilindrice și conice, în condițiile realizării unei precizii de prelucrare ridicate. Se vor face mențiuni și asupra asigurării unei bune rigidități a arborelui portcuțit.
6. Să se precizeze în ce condiții prelucrarea alezajelor prin broșare este mai economică decît prelucrarea alezajelor prin alte procedee.
7. Să se arate metodele de prelucrare a alezajelor prin rectificare, cu menționarea particularităților și domeniul de aplicare a fiecărei metode în parte.
8. Prin ce se deosebește calitativ, metoda de netezire prin deformare plastică față de celelalte metode de netezire a alezajelor, făcîndu-se mențiuni și asupra modului de realizare?

CAPITOLUL 16

PRELUCRAREA SUPRAFEȚELOR PLANE

Suprafețele plane se pot prelucra prin rabotare, mortezare, frezare, strunjire, broșare și rectificare.

În general, prelucrarea suprafețelor plane se realizează prin mai multe faze și operații tehnologice: degroșare, semifinisare, finisare și netezire. Degroșarea și semifinisarea se execută de obicei pe mașini de rabotat, de mortezat, de frezat și pe strunguri, finisarea pe mașini de rectificat și de broșat, iar netezirea pe mașini de lepuț.

1. PRELUCRAREA SUPRAFEȚELOR PLANE PRIN RABOTARE ȘI MORTEZARE

Prelucrarea prin rabotare și mortezare se caracterizează printr-o succesiune de mișcări rectilinii-alternative relative ale sculei față de piesă (fig. 16.1 și fig. 16.2) în care așchiile sînt detașate într-un singur sens de mișcare (cursa activă v_a), iar revenirea piesei sau a sculei în poziția inițială se realizează la mersul în gol (v_g). Semifabricatul se fixează pe masa mașinii. Avansul transversal s_t se realizează la capătul cursei inactive v_g de către suportul pe care este fixată scula, în cazul mașinilor de rabotat, sau de către masa mașinii pe care este fixat semifabricatul, în cazul mașinilor de mortezat și a mașinilor de rabotat transversal (șeping). Rabotarea și mortezarea se aplică la producția de serie mică și individuală la prelucrarea suprafețelor plane (orizontale, verticale sau încli-

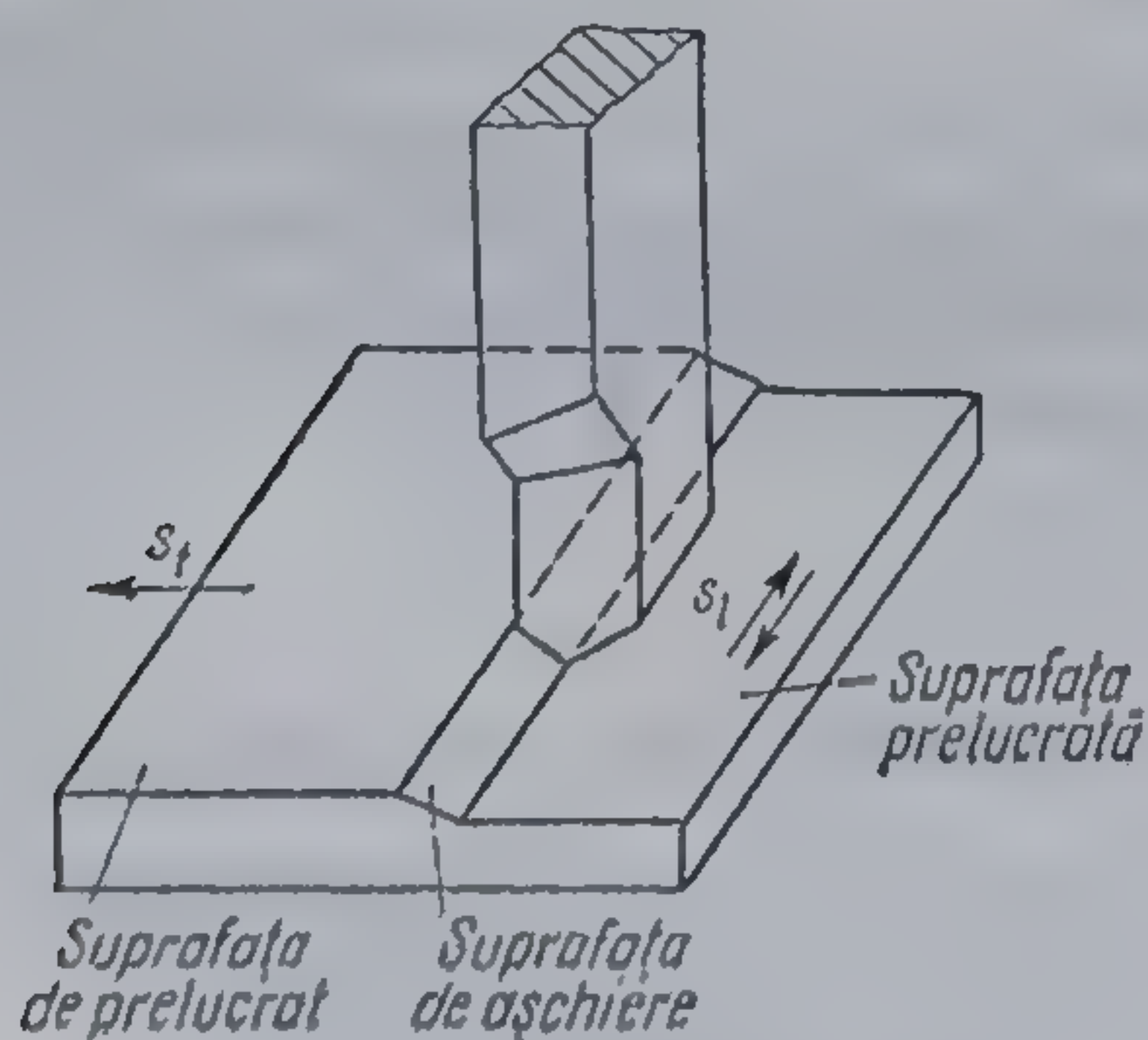


Fig. 16.1. Procesul de așchiere la rabotare.

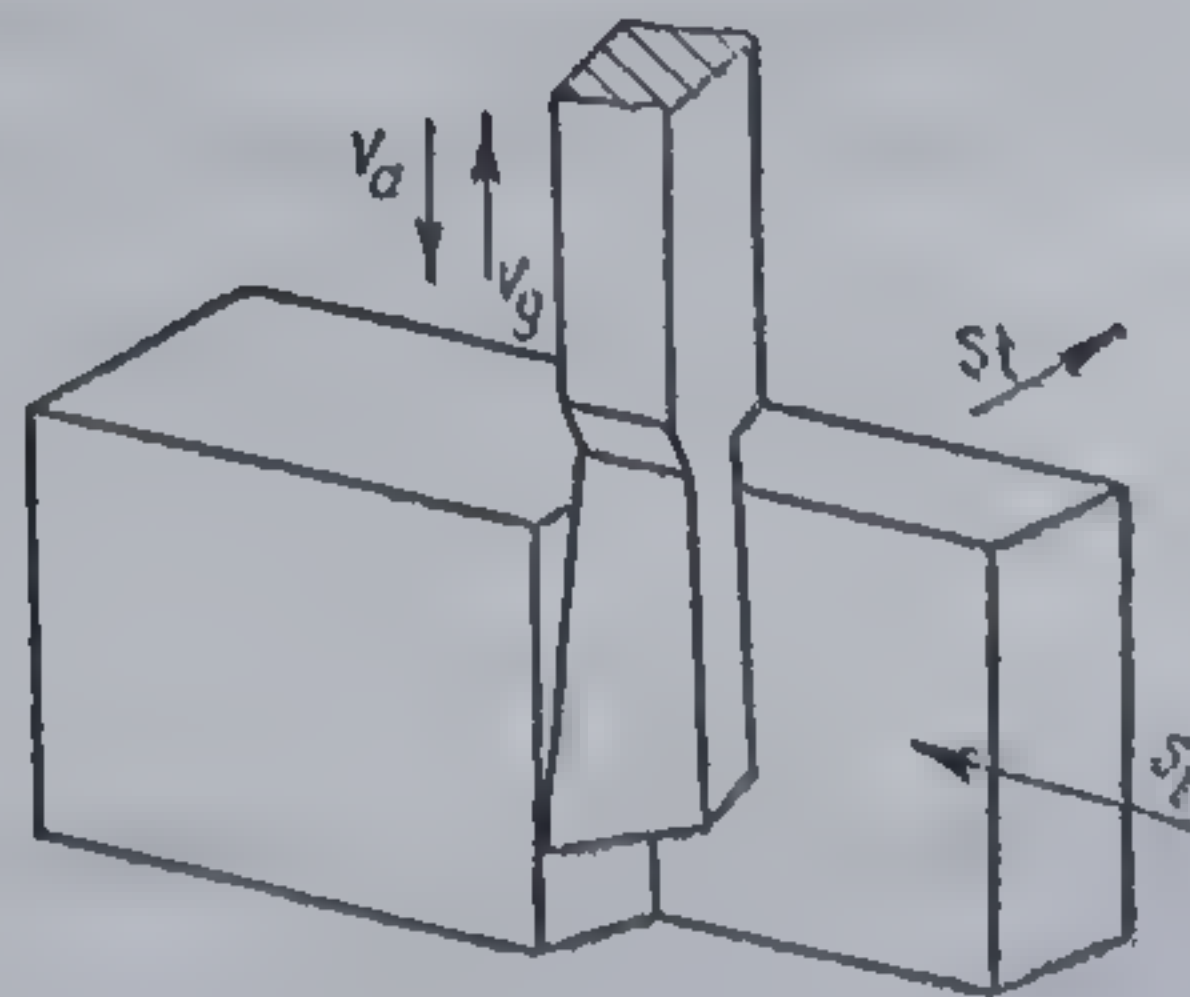


Fig. 16.2. Procesul de așchiere la mortezare.

nate) și sînt operații caracteristice prelucrării în atelierele de reparații și în sculării. Mortezaarea se utilizează mai ales pentru prelucrarea contururilor interioare, și în special a canalelor de pană.

Productivitatea operației de rabotare și mortezare este mică deoarece:

- prelucrarea se efectuează cu un cuțit sau un număr mic de cuțite;

- există curse inactive;

- vitezele de așchiere sînt mici;

- cuțitul se reglează după trasaj;

- piesa se fixează direct pe masa mașinii sau în menghina așezată pe masa mașinii (ceea ce conduce la mărirea timpilor de pregătire și încheiere).

Creșterea productivității operațiilor de rabotare se poate obține prin următoarele procedee:

- folosirea mai multor cuțite pe același suport, care să permită dețasarea la o trecere a unui strat de prelucrare mai mare (fig. 16.3);

- prelucrarea simultană a mai multor suprafețe;

- folosirea dispozitivelor rapide de așezare și strîngere;

- întrebuintarea șabloanelor pentru așezarea cuțitelor.

Precizia de prelucrare se încadrează în calitățile 6—12 ISO iar rugozitatea suprafețelor prelucrate $R_a=12,5 \dots 0,8 \mu m$.

a. Sculele folosite la rabotarea și mortezarea suprafețelor plane

Cuțitele folosite la rabotare sînt asemănătoare cuțitelor de strunjit cu deosebirea că sînt mai robuste, deoarece lucrează în condiții mai grele, pătrunderea în material făcîndu-se prin șoc. În figurile 16.1 și 16.4 sînt reprezentate cuțite normale de rabotat, cu elementele părții active și suprafețele semifabricatului.

În cazul operațiilor de degroșare, la prelucrarea semifabricatelor obținute prin turnare, care au crustă dură, denivelări, incluziuni, sufluri (în stratul care formează adaosul de prelucrare) se recomandă să se folosească cuțitele cotite (fig. 16.5). Acestea prezintă avantajul că avînd vârful tăișului pe axa de simetrie sau în spatele acesteia, evită intrarea tăișului în material în timpul lucrului, așa cum se întîmplă în cazul cuțit-

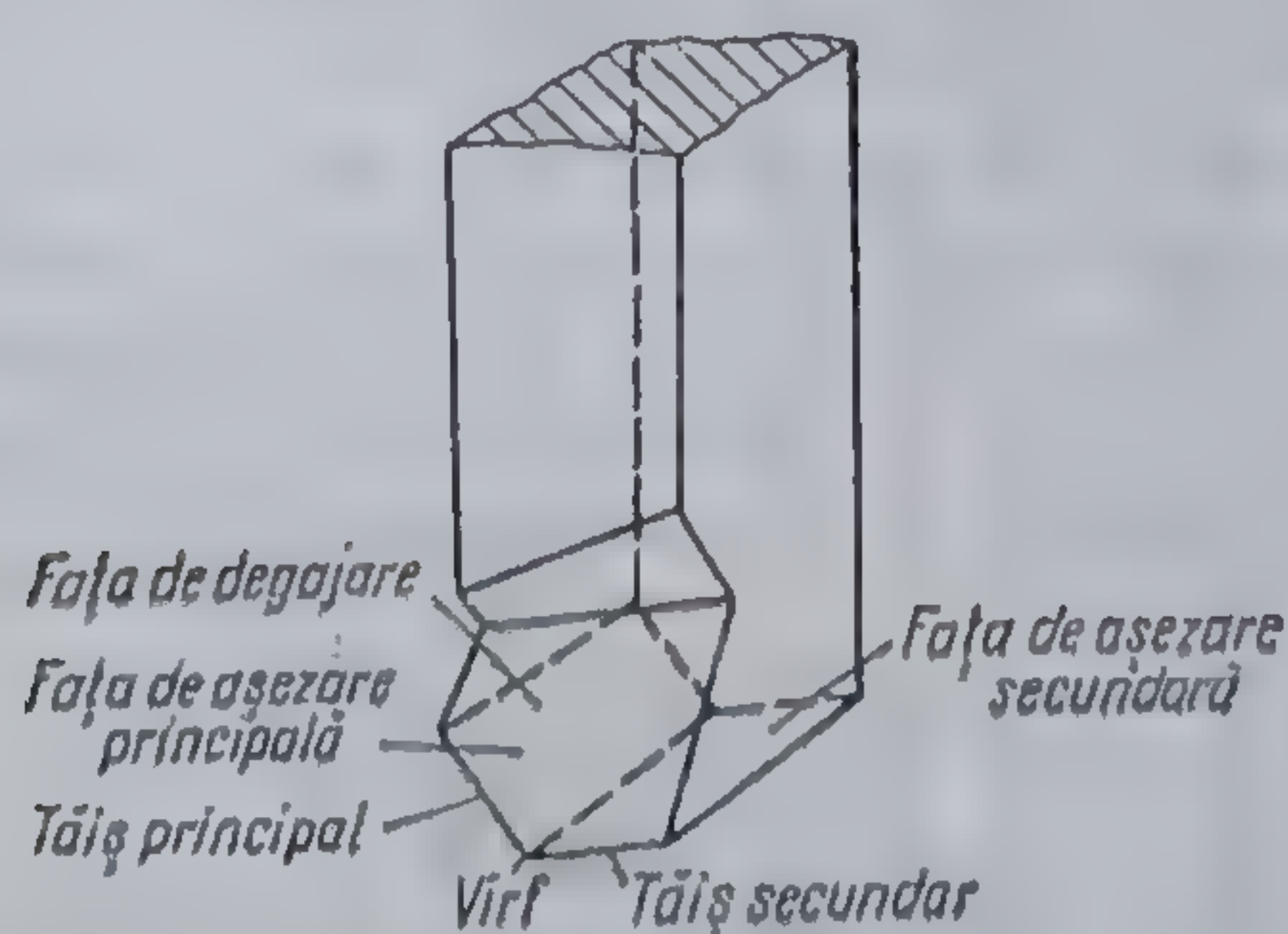


Fig. 16.4. Elementele cuțitului de rabotat.

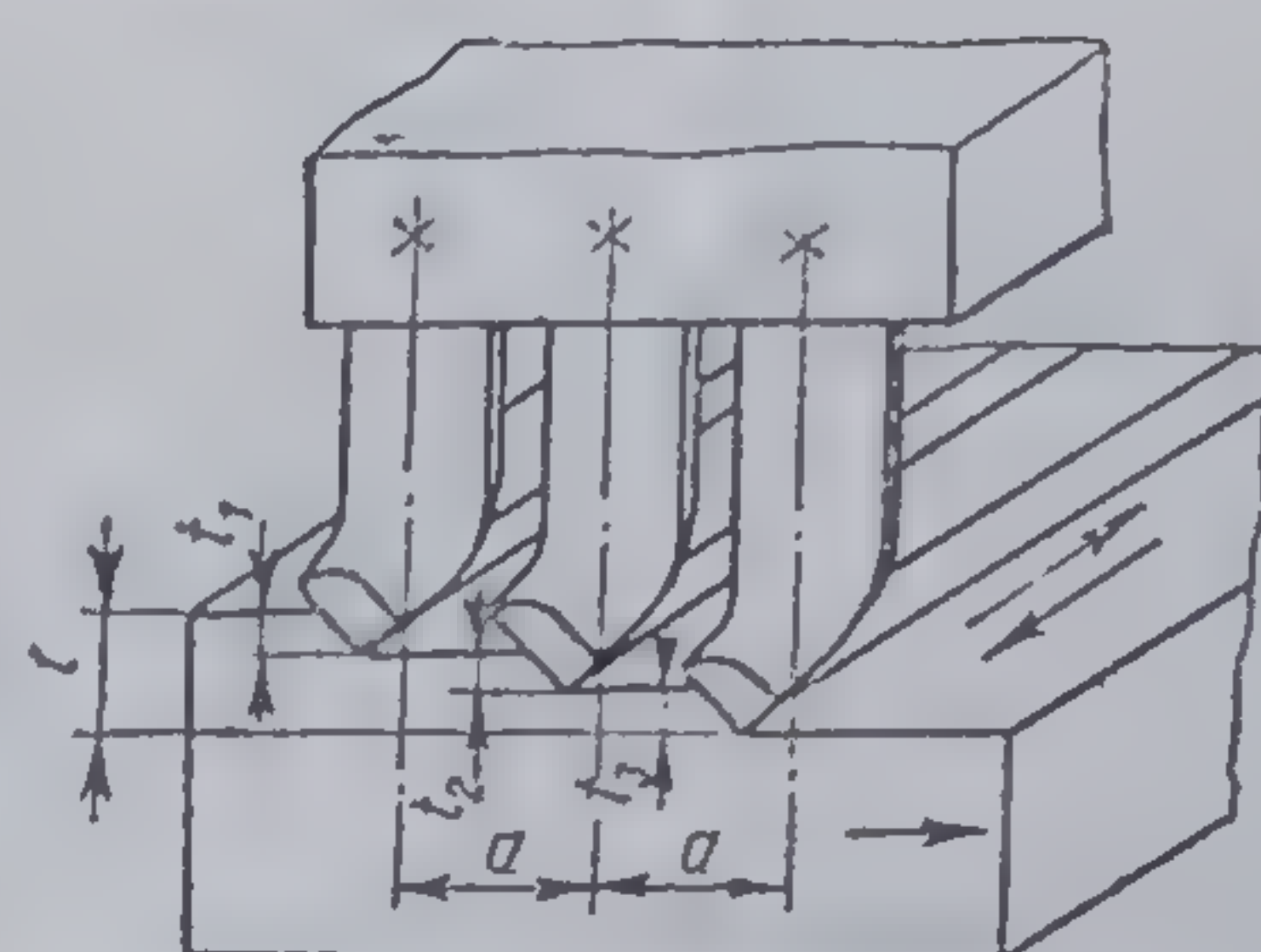


Fig. 16.3. Rabotarea cu mai multe cuțite.

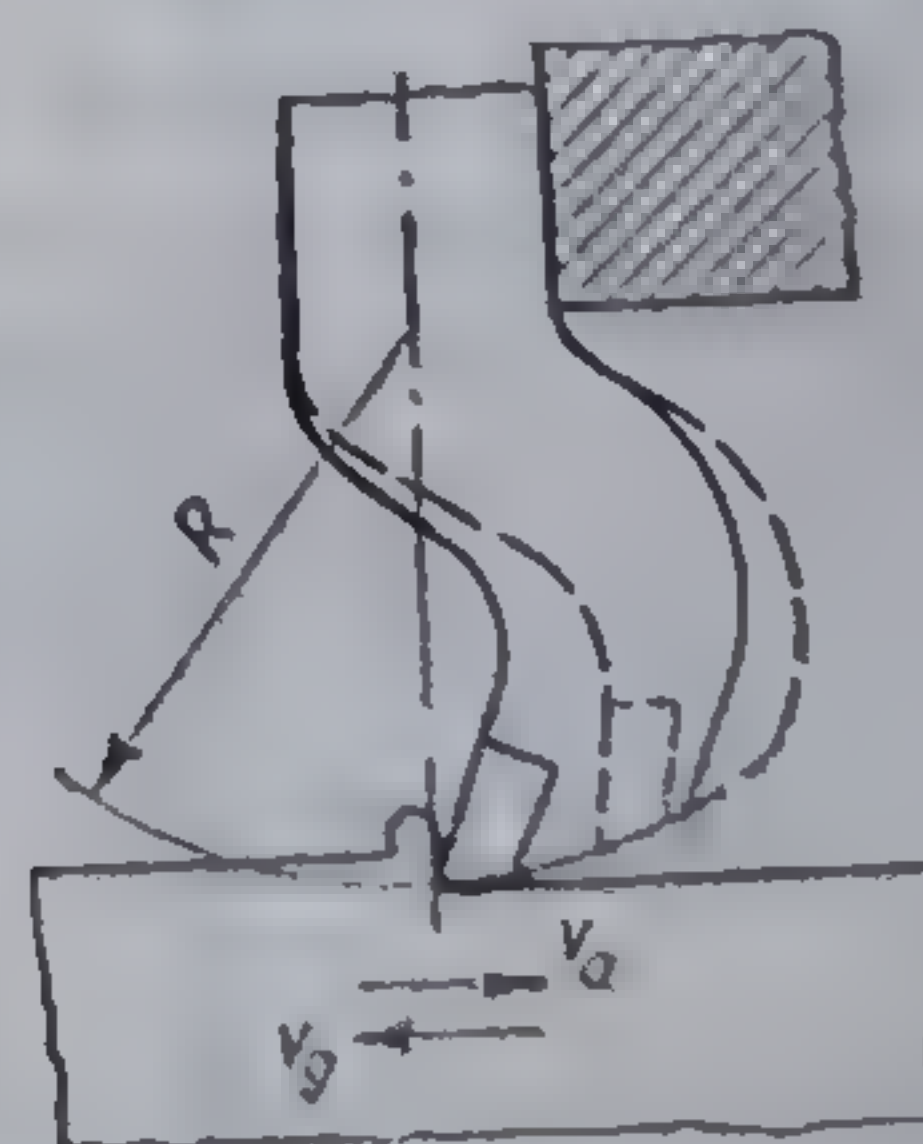


Fig. 16.5. Cuțit cotit.

Tabelul 16.1

Mărimea medie a avansului la rabotarea de degroșare, cu cuțite
din oțel rapid și carburi metalice

Grosimea piesei mm	Adâncimea de aşchiere t , în mm				Grosimea piesei mm	Adâncimea de aşchiere t , în mm			
	pînă la 5	5-8	8-12	12-13		pînă la 5	5-8	8-12	12-30
	Avansul s , în mm/c.d.					Avansul s , în mm/c.d.			
10-18	pînă la 0,25	—	—	—	80-120	1,0-1,6	0,7-1,3	0,5-1,0	—
		—	—	—	120-180	1,4-2,0	1,1-1,8	0,8-1,5	—
18-30	0,2-0,5	—	—	—	180-260	1,8-2,6	1,5-2,0	1,1-2,0	1,0-1,5
30-50	0,4-0,8	0,3-0,6	—	—	260-360	2,0-3,2	1,8-2,8	1,5-2,5	1,3-2,0
50-80	0,6-1,2	0,5-1,0	—	—	peste 360		2,8-3,5	2,0-3,0	1,5-2,5

telor drepte deoarece adâncimea de aşchiere se micşorează atunci când cuţitul se încovoale sub acţiunea unor forţe de aşchiere mari. În acest fel tăişul principal şi suprafaţa de prelucrat nu se mai deteriorează. Cuţitele cotite sînt folosite şi la operaţiile de finisare. Formele şi dimensiunile cuţitelor de rabotat sînt prevăzute în standarde.

Cuţitele folosite la mortezare (fig. 16.6) se deosebesc de cuţitele de rabotat prin existenţa a două tăişuri secundare, a două vîrfuri şi prin însăşi forma lor constructivă.

Deoarece la angajarea în material cuţitele de mortezat sînt supuse la şoc, trebuie să se caracterizeze prin aceeaşi robusteţe ca şi cuţitele de rabotat care lucrează în condiţii asemănătoare. Formele şi dimensiunile cuţitelor de mortezat sînt standardizate.

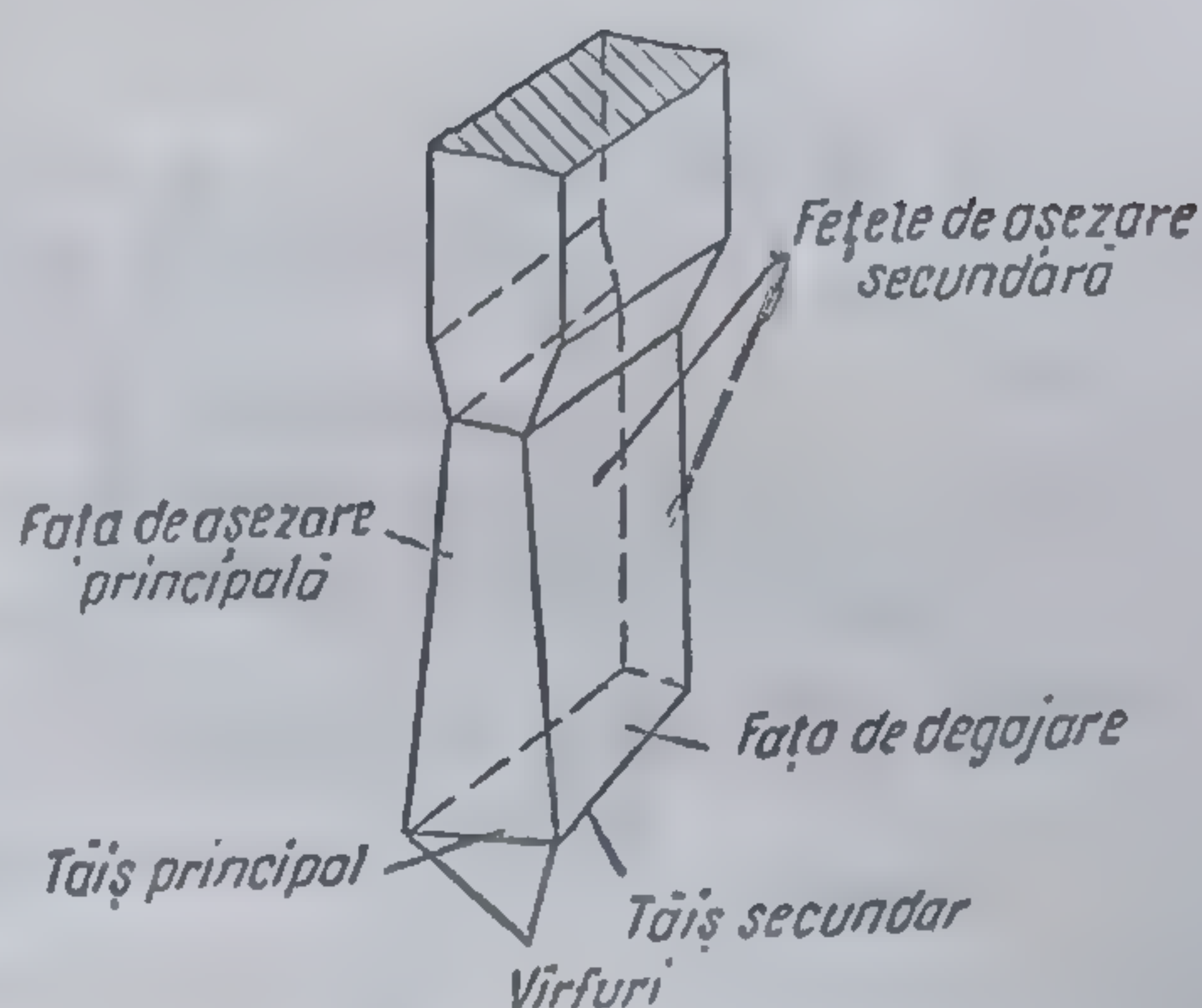


Fig. 16.6. Elementele cuţitului de mortezat.

b. Elementele regimului de aşchiere la rabotare şi mortezare

Regimul de aşchiere se alege în funcţie de materialul sculei şi al semifabricatului supus prelucrării. Adâncimea de aşchiere t reprezintă stratul de material înlăturat de sculă la o trecere şi se măsoară în milimetri. Valoarea acestui parametru depinde de operaţia de prelucrare (degroşare sau finisare). La degroşare se lucrează cu adâncimi mari, viteza de aşchiere fiind redusă. Adâncimea de aşchiere şi respectiv secţiunea aşchierii sînt limitate de grosimea cuţitului, rigiditatea sistemului tehnologic şi de forţa de aşchiere.

Avansul s se exprimă în milimetri pe cursă dublă (mm/c.d.) şi reprezintă distanţa dintre două suprafeţe de aşchiere consecutive măsurată pe direcţia de avans. Aceasta depinde de aceleaşi mărimi ca şi adâncimea de aşchiere. În tabelele 16.1 şi 16.2 sînt date valorile avansului la rabotarea de degroşare, respectiv de finisare, în funcţie de adâncimea de aşchiere t , viteza de aşchiere v , materialul sculei şi al semifabricatului supus prelucrării şi de rigiditatea sistemului tehnologic. Orientativ, la cuţitele de rabotat obişnuite adâncimea de aşchiere poate atinge valori pînă la 5 mm cu un avans de 0,1—0,3 mm/c.d., iar la cuţitele late se ia de 0,2—0,5 mm cu un avans de 0,2—0,5 din lungimea tăişului cuţitului.

Viteza de aşchiere se poate determina prin calcul sau poate fi aleasă din nomograme sau din tabele întocmite experimental. În mod curent, la rabotare vitezele de aşchiere variază între 12 şi 22 m/min, din cauza maselor mari în mişcare. Pe maşinile de rabotat special construite pentru viteze mari s-a ajuns la viteze de 50 şi chiar 90 m/min. Cunoşcîndu-se viteza de aşchiere se poate determina numărul de curse duble pe minut al herbecului sau al mesei cu relaţia:

$$n_{cd} = \frac{1000 \cdot v}{L} \cdot \frac{K}{K+1} \text{ [c.d./min]}, \quad (16.1)$$

Mărimea medie a avansului la rabotarea de finisare a oțelurilor
cu cuțite din oțeluri rapide, oțeluri carbon pentru scule sau cu plăcuțe
din carburi metalice

Înălțimea medie a rugozității R_a în m/min	Raza de racor- dare a cuțitu- lui r , mm	Viteza de așchiere	
		3—7	80—120 și peste
		avansul s , în mm/c.d.	
6,3—12,5	0,5	0,30—0,52	0,45—0,55
	1,0	0,44—0,63	0,57—0,65
	2,0	0,57—0,69	0,67—0,69
3,2—6,3	0,5	0,17—0,26	0,23—0,39
	1	0,22—0,37	0,30—0,46
	2,0	0,30—0,52	0,44—0,54
1,6—3,2	0,5	0,11—0,14	0,11—0,22
	1,0	0,14—0,19	0,16—0,30
	2,0	0,16—0,25	0,21—0,38

în care:

L este lungimea cursei berbecului, în mm;

K — raportul dintre viteza cursei active și viteza cursei în gol.
Obişnuit pentru K , se ia valoarea $K=0,5$.

Creșterea productivității pe aceste mașini se poate realiza nu numai prin mărirea vitezei de așchiere ci și prin folosirea simultană a mai multor cuțite (v. fig. 16.3).

c. Metode de prelucrare a suprafețelor plan prin rabotare și mortezare

În vederea prelucrării prin rabotare, semifabricatele se fixează prin următoarele procedee: direct pe masa mașinii (care este prevăzută cu canale T), cu ajutorul șuruburilor și bridelor și cu ajutorul tamponelor limitatoare în dispozitive universale, menghine sau în dispozitive speciale (fig. 16.7). Pentru a se mări rigiditatea cuțitului în timpul prelucrării, acesta se fixează în suport, astfel încât lungimea în consolă să fie cât mai mică.

Suprafețele plane orizontale se prelucurează cu ajutorul cuțitelor cote sau drepte (fig. 16.8). Cuțitele late trebuie montate corect, adică direcția tăișului principal să fie paralelă cu direcția de avans, în caz contrar suprafața prelucrată va avea rugozitatea mai mare. Pieseile cu su-

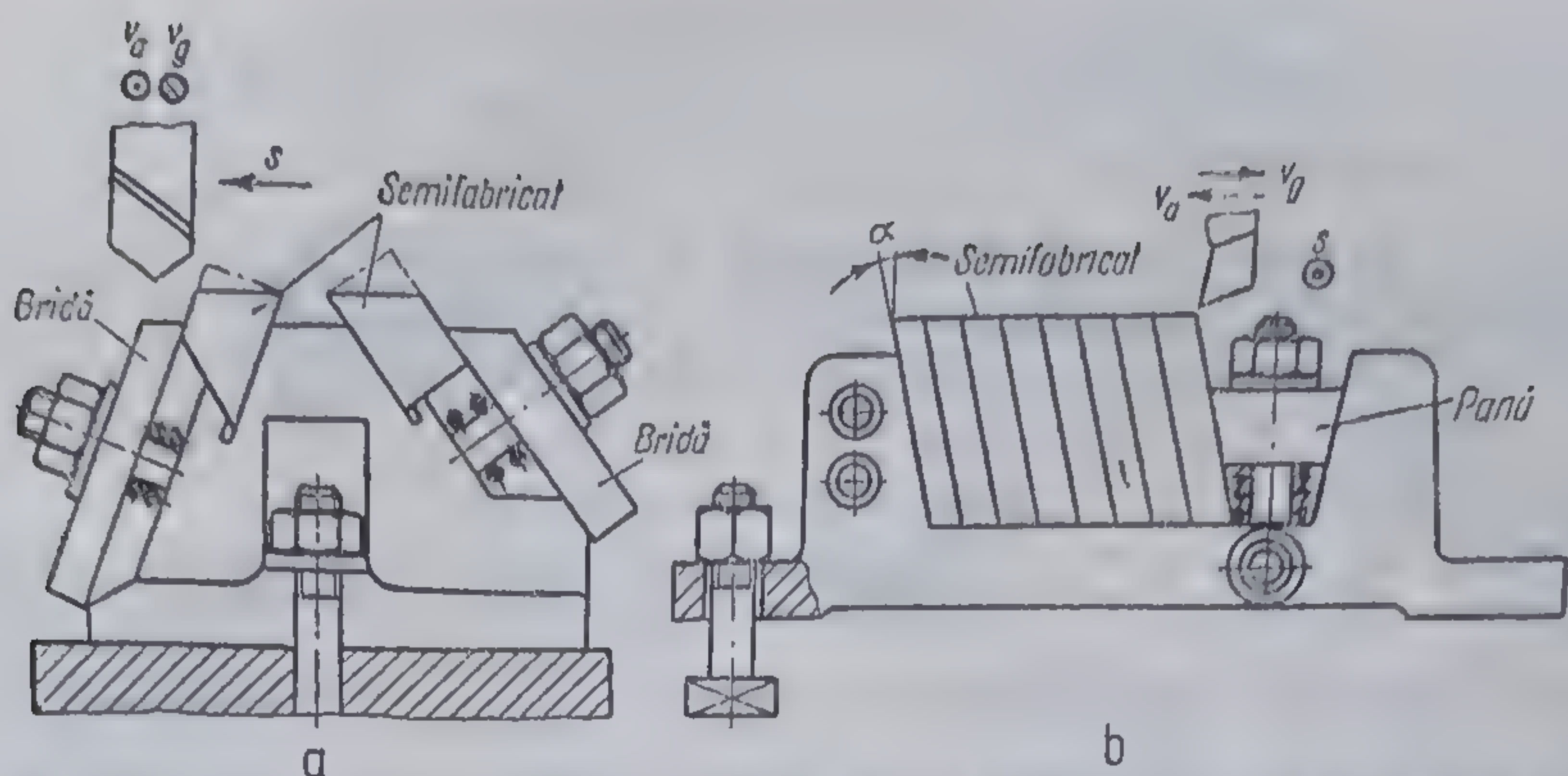


Fig. 16.7. Prinderea semifabricatelor pe șeping în dispozitive speciale pentru prelucrarea suprafețelor înclinate:
a — cu bride și șuruburi; b — cu pană.

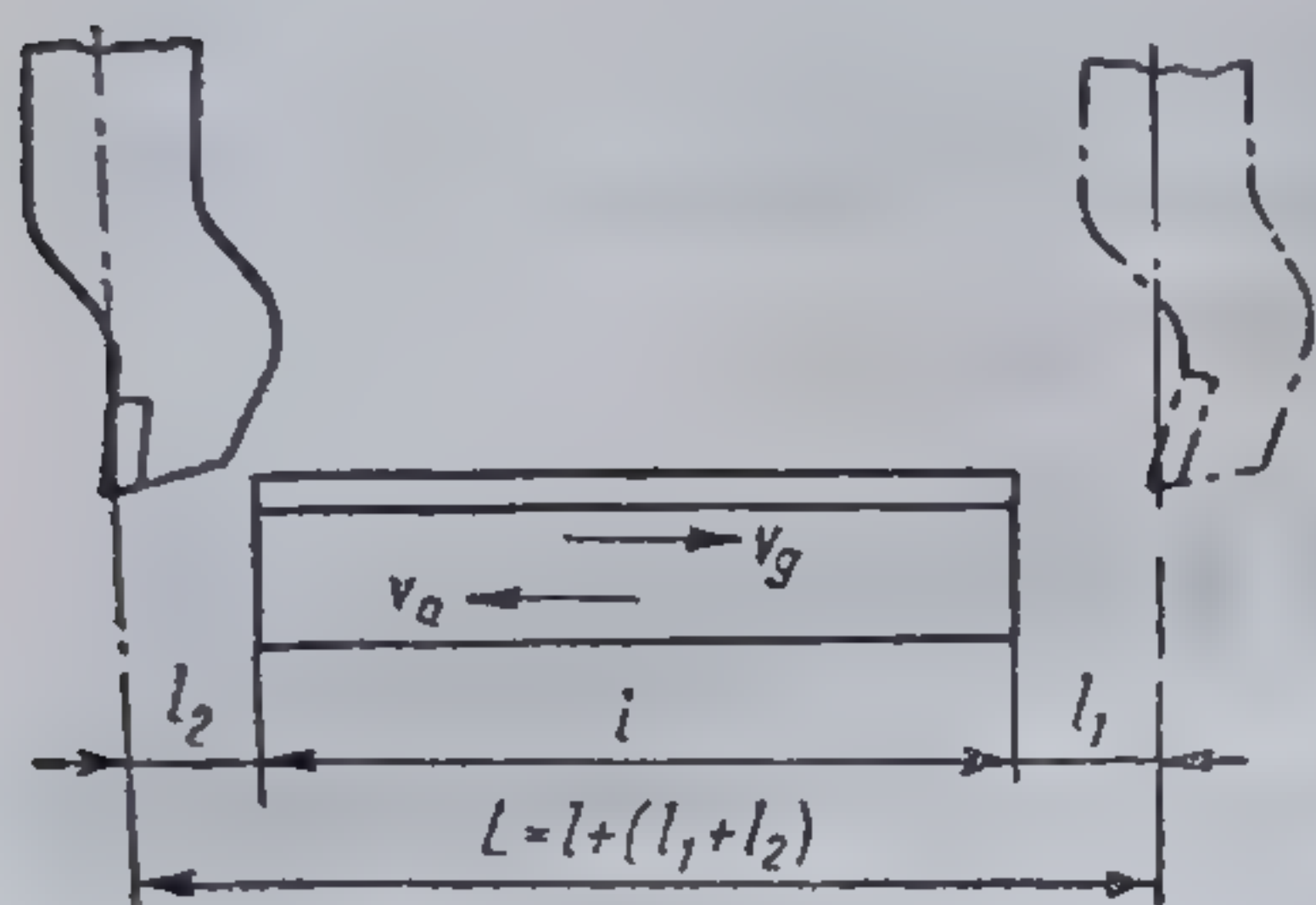


Fig. 16.8. Prelucrarea prin rabotare a suprafețelor plane orizontale.

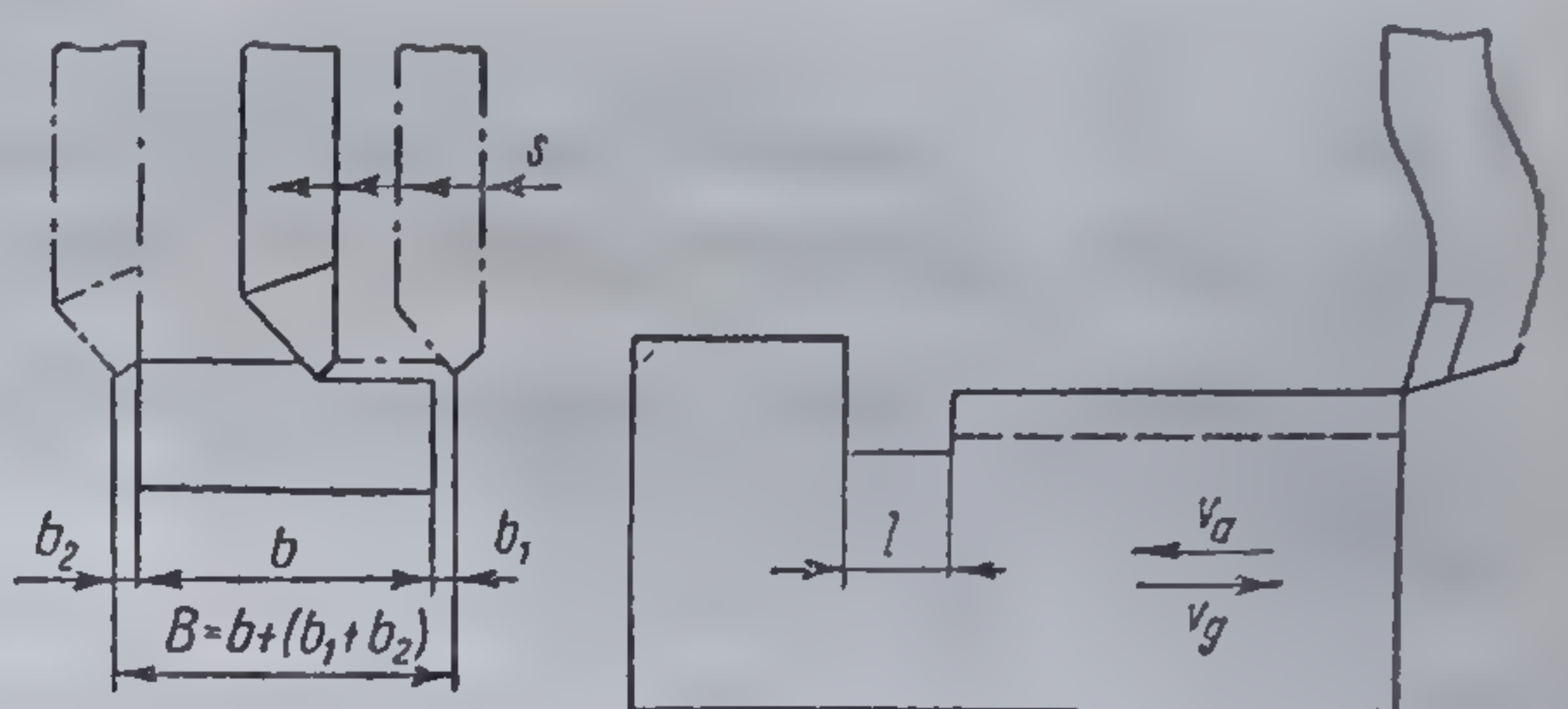


Fig. 16.9. Prelucrarea prin rabotare a suprafețelor plane orizontale în trepte.

prafețe plane în trepte (fig. 16.9) trebuie prevăzute de la proiectare cu canale de scăpare a cuțitului cu lățimea $l=5 \dots 10$ mm.

Suprafețele plane verticale (fig. 16.10,) se prelucreează cu cuțite drepte sau încovoiate. În acest caz, suportul cuțitului (împreună cu cuțitul) se înclină cu un unghi $\alpha=10 \dots 20^\circ$, față de axa saniei portcuțit, pentru a permite ridicarea cuțitului de pe suprafața prelucrată.

Suprafețele plane înclinate se prelucreează cu ajutorul cuțitelor drepte sau încovoiate prin rotirea saniei portcuțit, astfel ca direcția de avans să fie paralelă cu suprafața prelucrată, sau prin așezarea înclinată a pieselor în dispozitive de prindere.

La prelucrarea prin mortezare, semifabricatele se fixează de obicei în menghine, în dispozitive speciale sau direct pe masa mașinii. Prin mortezare se prelucreează suprafețe plane interioare, suprafețe așezate sub anumite unghiuri care nu pot fi prelucrate prin alte procedee mai productive. De exemplu, suprafețe plane interioare sau exterioare înfundate.

Mașinile de mortezat se reglează prin așchiere de probă, după trasare sau după șablon.

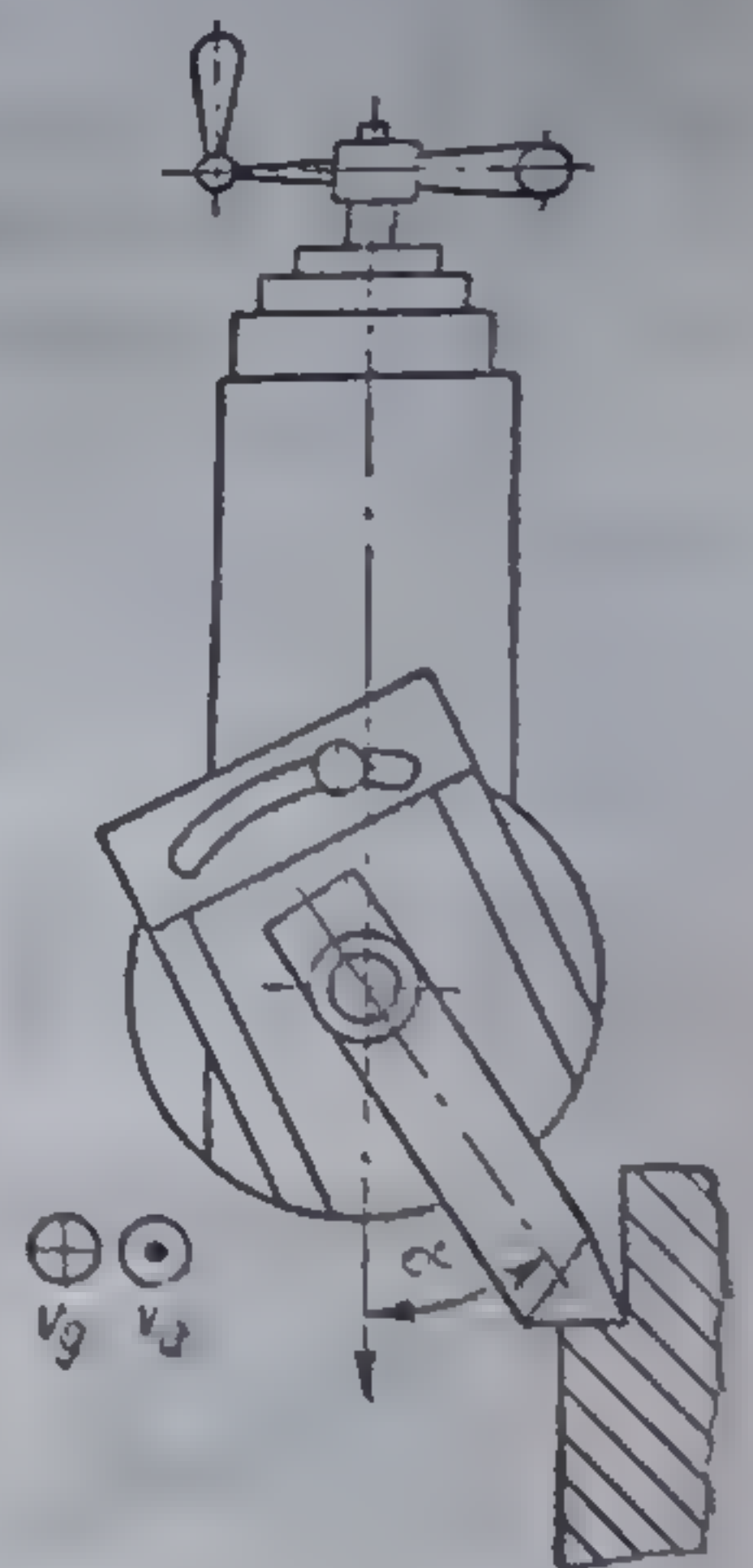


Fig. 16.10. Prelucrarea prin rabotare a suprafețelor plane verticale prin înclinarea suportului cuțitului.

2. PRELUCRAREA SUPRAFEȚELOR PLANE PRIN FREZARE

Frezarea, ca metodă de prelucrare a suprafețelor, se caracterizează prin întrebuintarea unor scule cu mai multe tăișuri, care vin succesiv în contact cu suprafața de prelucrat. Datorită principiului de lucru al frezei, se reduce încălzirea tăișurilor, se mărește durabilitatea sculei și se obține o prelucrare cu o productivitate ridicată.

Domeniul de utilizare al frezării suprafețelor plane este foarte variat. Operația de frezare în general prezintă avantaje privind productivitatea și precizia de prelucrare, în comparație cu rabotarea și mortezarea.

Suprafețele lungi și înguste se prelucrează cu o productivitate și precizie de prelucrare mai ridicate la rabotare, deoarece viteza de așchiere, în cazul acestei operații, este mai mare, iar timpul de mers în gol nu mai constituie o parte importantă a timpului de lucru. Productivitatea frezării suprafețelor plane se poate mări prin prelucrarea piesei cu mai multe freze ce lucrează simultan; fixarea pe masa mașinii-unelte a mai multor piese; folosirea meselor de lucru turnate și prin frezarea continuă.

Principiul frezării continue se realizează printr-o mișcare continuă a unei mese rotative a mașinii, iar piesele se fixează și se scot în timpul unei rotații complete a mesei.

În cazul folosirii frezelor cilindrice, mișcarea rectilinie de avans se poate efectua în ambele sensuri pentru același sens de rotație al frezei. Astfel, se poate utiliza frezarea contra avansului și frezarea în sensul avansului. La frezarea contra avansului (fig. 16.11) are loc o creștere treptată a forței pe dinte, ceea ce asigură un avans continuu și liniștit. Componenta verticală F_v tinde să smulgă piesa de pe masa mașinii, ceea ce poate produce vibrații în cazul unei fixări insuficient de rigide. La frezarea în sensul avansului (fig. 16.12) forța pe dinte se aplică de la început cu o valoare maximă, scăzând apoi către zero, ceea ce constituie o situație defavorabilă pentru dinți. Componenta verticală F_v a forței de așchiere apasă piesa pe masa mașinii, îmbunătățind condițiile de lucru și asigurându-se astfel posibilitatea creșterii productivității și a calității suprafeței prelucrate.

La piesele cu crustă dură se recomandă frezarea contra avansului, deoarece dintele pătrunde în metal sub crustă, mărindu-se durabilitatea sculei.

Utilizarea frezelor frontale sau a capetelor de frezat face ca prelucrarea prin frezare să fie mai productivă decât în cazul folosirii frezelor

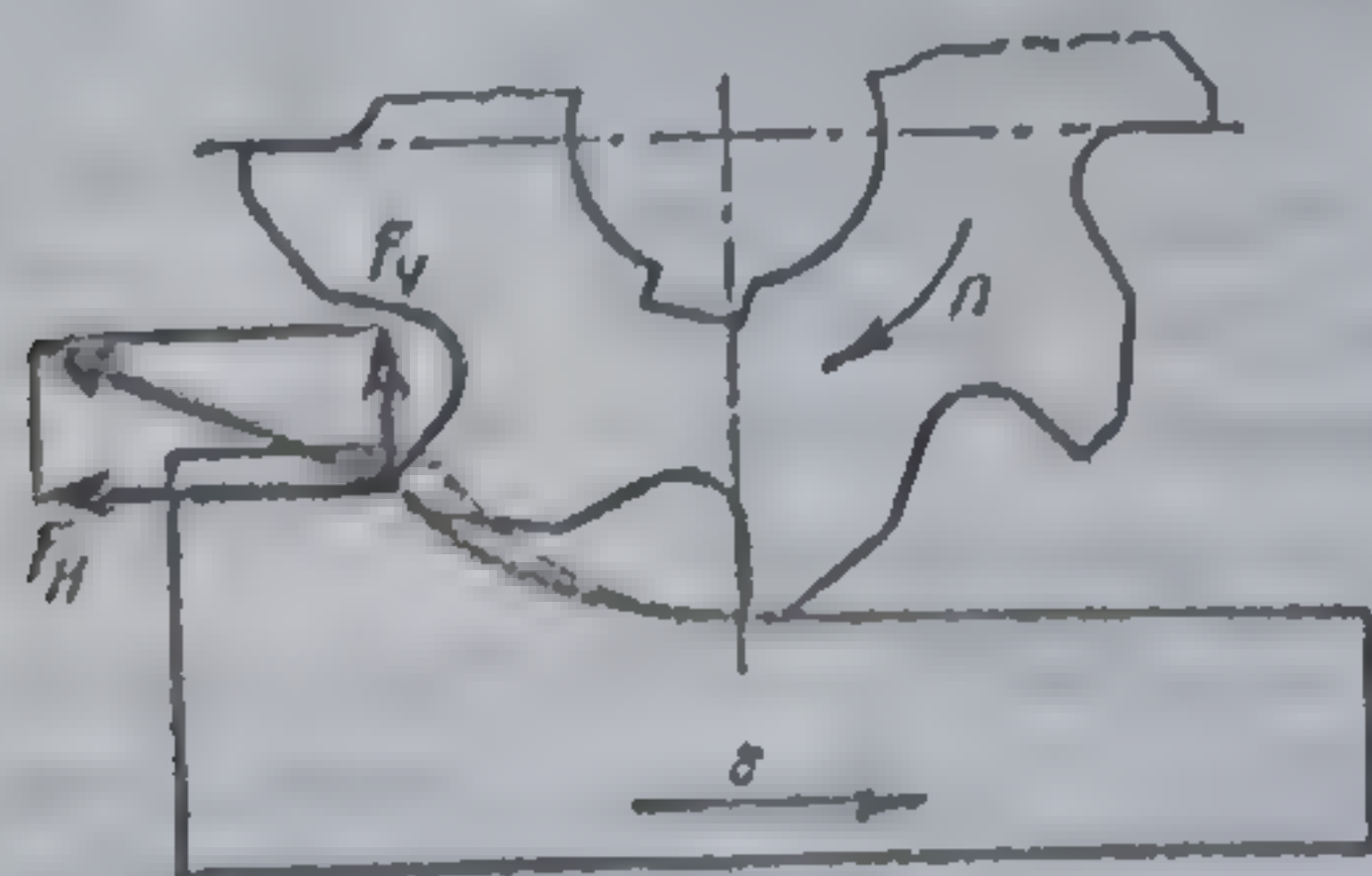


Fig. 16.11. Frezarea contra avansului.

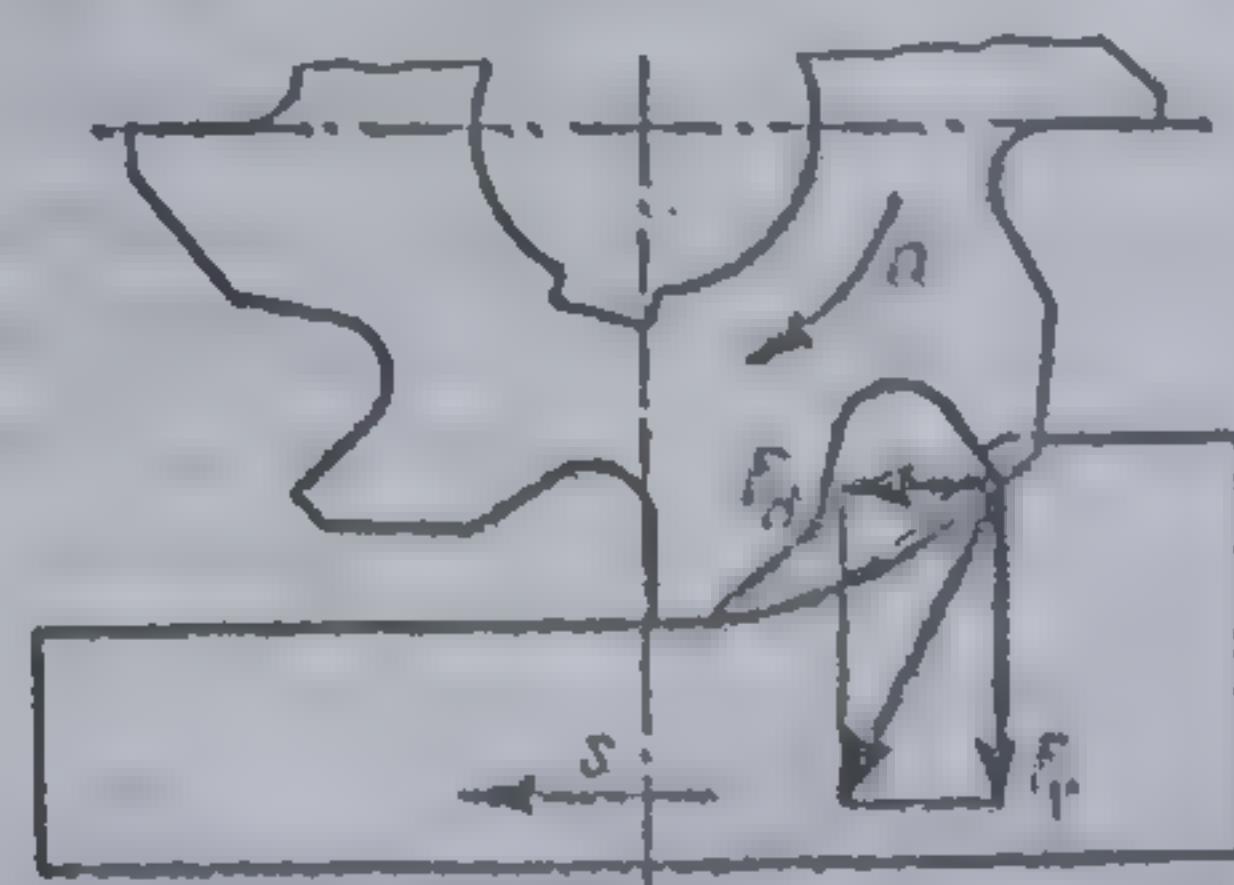


Fig. 16.12. Frezarea în sensul avansului.

cilindrice, iar faptul că se găsesc în lucru simultan mai mulți dinți procesul este mai liniștit, se produce o oarecare echilibrare a forțelor de așchiere, care acționează asupra dinților, și deci forța necesară de avans este mai mică.

Prin operația de frezare precizia se realizează în calitățile 5—10 ISO, iar rugozitatea suprafețelor $R_a=25 \dots 6,3 \mu\text{m}$ la degroșare și $R_a=6,3 \dots 0,8 \mu\text{m}$ la finisare.

a. Scule folosite la frezarea suprafețelor

Frezele sînt scule cu unul sau mai multe tăișuri, dispuse simetric în jurul arilor lor și care printr-o mișcare de rotație realizează așchiera. La freze se disting următoarele părți componente: dinții frezei, corpul frezei (care poartă dinții) și alezajul sau coada (pentru fixarea frezei în arborele principal al mașinii-unelte).

Clasificarea frezelor folosite la prelucrarea suprafețelor plane.

După felul construcției, se deosebesc: freze monobloc și freze cu dinți demontabili.

După modul de fixare, frezele pot fi cu alezaj, cu coadă cilindrică și cu coadă conică.

După forma geometrică, frezele pot fi: *cilindrice*, la care dinții sînt dispuși pe suprafețe cilindrice a frezei și sînt numai cu alezaj, *cilindro-frontale*, la care dinții sînt dispuși atît pe partea cilindrică cît și pe cea frontală, *disc*, la care lățimea este relativ mică față de diametru, și *unghiulare*, care au dinții dispuși pe fața laterală a unui trunchi de con.

După direcția dinților, frezele pot fi: cu dinți drepți și cu dinți elicoidali. Acestea din urmă au avantajul că lucrează mai liniștit datorită pătrunderii treptate (pe lungime a dinților în material) și prin faptul că lucrează concomitent un număr mai mare de dinți.

După construcția dinților, frezele pot fi: cu dinți frezați și cu dinți detalonați.

b. Elementele regimului de așchiere la frezare

La alegerea regimului de așchiere la frezare trebuie să se țină seama de prelucrabilitatea semifabricatului, de precizia și calitatea suprafeței prelucrate, de materialul și tipul frezei, de rigiditatea sistemului tehnologic (mașina-unealtă — sculă — semifabricat).

Elementele regimului de așchiere sînt: adîncimea de așchiere t , avansul (pe dinte s_d , pe rotație s_r , și pe minut s_m), viteza de așchiere v și lățimea de frezare B .

Dacă la o rotație a frezei deplasarea mesei este egală cu s_r , deplasarea corespunzătoare unui dinte va fi:

$$s_d = \frac{s_r}{z} \left[\frac{\text{mm}}{\text{dinte}} \right], \quad (16.2)$$

unde z reprezintă numărul de dinți ai frezei. Avansul pe minut va fi dat de relația:

$$s_m = s_d \cdot z \cdot n \left[\frac{\text{mm}}{\text{min}} \right], \quad (16.3)$$

Tabelul 16.3

Avansurile pe dinte s_d la frezare

Materialul piesei	Avansul pe dinte s_d , în mm/dinte						
	F_c	F_f	F_z	F_d	F_f	F_R	F_D
Fontă cenușie Fe 20	0,2	0,2	0,7	0,5	0,4	0,3	0,1
Oțel pînă la 60 daN/mm ²	0,15	0,2	0,7	0,5	0,4	0,3	0,09
Oțel peste 60 daN/mm ²	0,12	0,15	0,06	0,04	0,03	0,2	0,08
Oțel aliat peste 110 daN/mm ²	0,03	0,1	0,05	0,02	0,02	0,15	0,06
Oțel aliat peste 110 daN/mm ²	0,05	0,08	0,08	0,01	0,01	0,1	0,05
Fontă maleabilă	0,21	0,2	0,07	0,05	0,04	0,03	0,09
Oțel turnat	0,15	0,15	0,07	0,05	0,04	0,2	0,08
Bronz	0,15	0,15	0,07	0,05	0,04	0,3	0,12
Alamă	0,02	0,2	0,07	0,05	0,04	0,3	0,12
Alusil	0,1	0,1	0,07	0,04	0,003	0,15	0,08
Silumin	0,1	0,1	0,07	0,05	0,04	0,04	0,18
Electron	0,1	0,1	0,07	0,04	0,03	0,15	0,08
Dural	0,15	0,15	0,07	0,05	0,04	0,2	0,1
Aluminiu	0,15	0,15	0,07	0,05	0,04	0,2	0,1

NOTĂ

- F_c — freză cilindrică;
 F_f — freză cilindrică frontală;
 F_z — freză disc cu dinți frezați;
 F_d — freză frontală cu dinți detalonati;
 F_R — freză cu dinți aplicați din oțel rapid;
 F_D — freză cu dinți aplicați din carburi metalice.

Tabelul 16.4

Viteza de așchiere v , în m/min, la frezare

Materialul piesei	Pentru freze din:	
	oțel rapid	carburi metalice
Fontă cenușie Fe 20	17—20	60—100
Oțel OL 50	16—24	100—1 600
Oțel OL 70	15—20	100—140
Oțel aliat pînă la 110 daN/mm ²	12—16	80—120
Oțel aliat peste 110 daN/mm ²	8—14	60—100
Fontă maleabilă	18—22	60—110
Oțel turnat	18—25	60—110
Bronz	40—50	60—100
Alamă	50—70	110—150
Alusil	150—200	300—400
Silumin	200—300	400—500
Electron	400—500	800—1 500
Dural	300—400	600—750
Aluminiu	400—500	800—1 500
Hirtie dură	60—80	150—200

unde n reprezintă turația sculei, în rot/min. În tabelul 16.3 se dau orientativ valori ale avansului pe dinte s_d în cazul prelucrării anumitor materiale cu diferite tipuri de freze.

Pentru o mai mare operativitate s-au întocmit tabele cu valori ale vitezelor. Astfel, în tabelul 16.4 se indică valorile vitezei de așchiere, în funcție de materialul semifabricatului de prelucrat și al frezei. În cazul prelucrării de finisare vitezele de așchiere se majorează, iar valoarea avansului pe dinte se micșorează cu circa 30—50%.

Cunoscându-se valoarea vitezei de așchiere, se determină turația n a arborelui principal al mașinii de frezat cu relația:

$$n = \frac{1\,000 \cdot v}{D_s} \quad [\text{rot/min}] \quad (16.4)$$

unde:

D_s este diametrul frezei.

c. Metode de prelucrare a suprafețelor plane prin frezare

Prelucrarea suprafețelor plane prin operația de frezare se face pe mașinile de frezat orizontale, verticale, universale, longitudinale (la piese de dimensiuni mari) sau alte tipuri.

Piese se așază și se fixează pe mașinile de frezat în funcție de precizia prelucrării, dimensiunile piesei, numărul de piese de prelucrat și procedeul tehnologic folosit. La producția de unicat și de serie mică se folosesc dispozitive de fixare universale, bride (similar cu fixarea de la rabotare), menghine, echiere, capete divizoare etc., iar la producția în serie mare și în masă se folosesc dispozitive speciale care să asigure o prindere și desprindere rapidă.

1) *Prelucrarea suprafețelor orizontale* se poate efectua prin mai multe metode, urmărindu-se de fiecare dată să se obțină o productivitate maximă.

a) *Metoda frezării unei singure suprafețe orizontale*, aplicată atât în cazul utilizării unei mașini de frezat orizontale, folosindu-se o freză cilindrică (fig. 16.13, a), cât și în cazul utilizării unei mașini de frezat verticale folosindu-se o freză frontală (fig. 16.13, b). Utilizarea frezelor frontale determină o productivitate sporită, deoarece pot fi folosite viteze de așchiere mari.

b) *Metoda frezării simultane a mai multor suprafețe orizontale ale piesei* (fig. 16.14) permite reducerea atât a timpului efectiv la mașină,

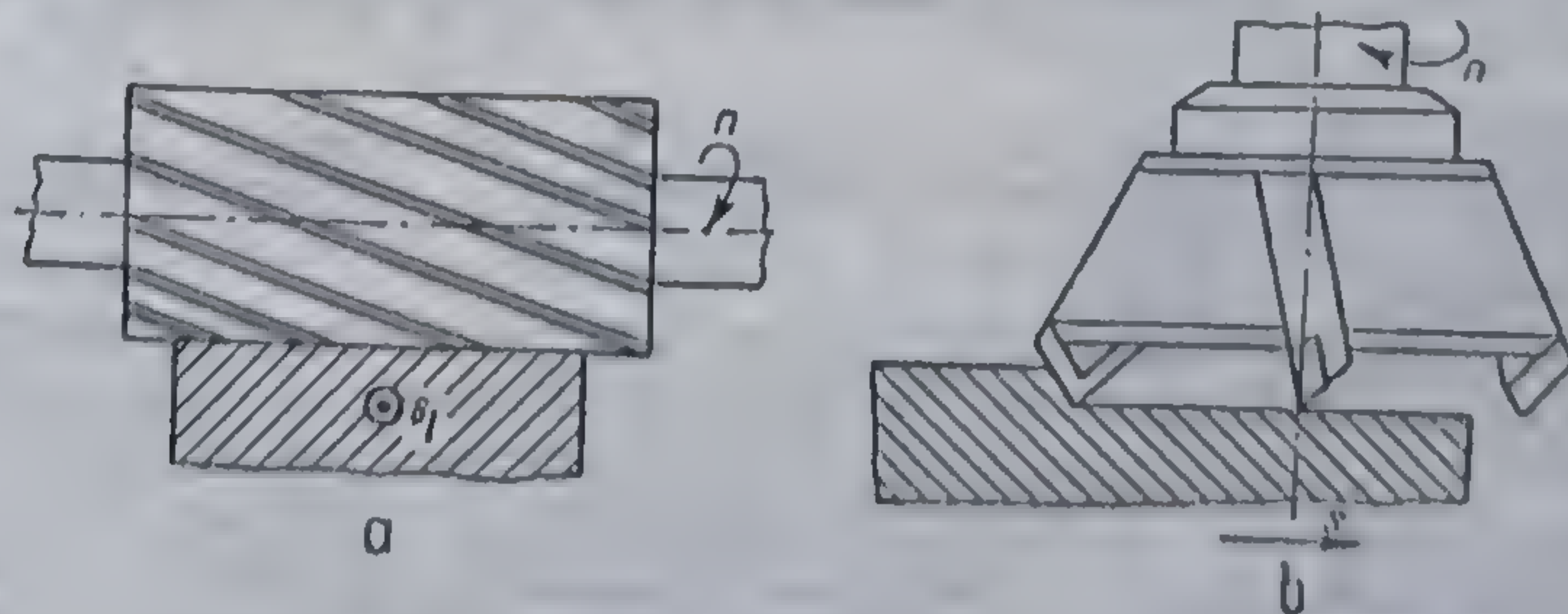


Fig. 16.13. Frezarea suprafețelor plane:
a — frezarea cu freză cilindrică; b — frezarea cu freză frontală.

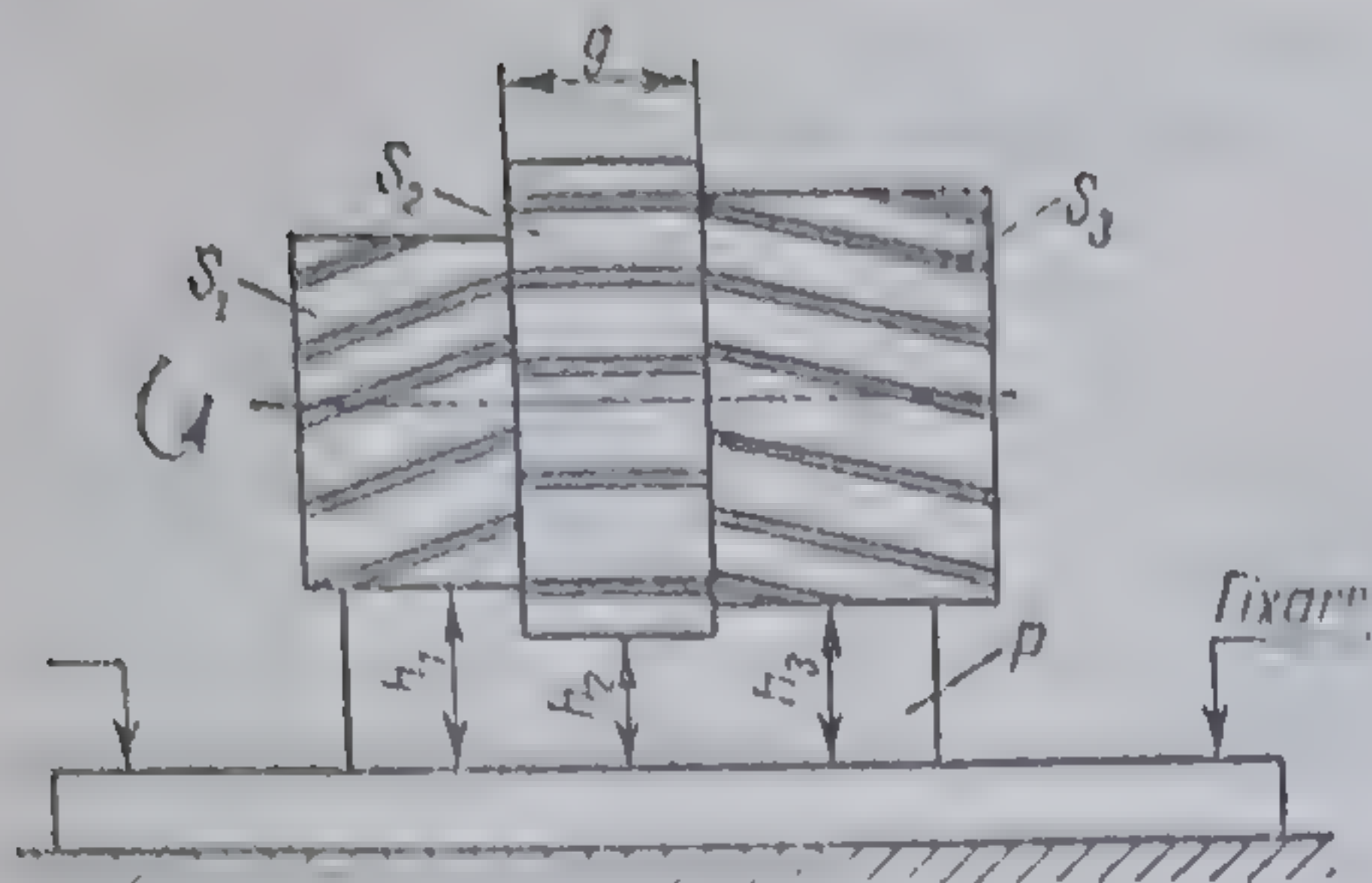


Fig. 16.14. Frezarea simultană a mai multor suprafețe.

cît și a timpului auxiliar, deoarece printr-o singură trecere se pot prelucra mai multe suprafețe orizontale paralele între ele. Pentru obținerea unor cote corecte (h_1 , h_2 , h_3 și g), dimensiunile frezelor utilizate S_1 , S_2 , S_3 trebuie să fie exacte, fără abateri.

c) *Metoda frezării succesive* este mult mai productivă, deoarece prin fixarea pe masă sau în dispozitiv a mai multor piese se asigură prelucrarea unei anumite suprafețe printr-o singură trecere a frezei.

Această metodă, denumită *prin operații succesive*, se utilizează în special în cazul frezării pieselor masive. Pentru a se evita ridicarea și fixarea de două ori a piesei P , pe masă se montează inițial două piese P , asigurînd ca denivelarea să corespundă adaosului de prelucrare. În figura 16.15 este reprezentată operația de frezare succesivă a două suprafețe a și b ale unei piese P . Mai întîi se va prelucra o singură suprafață a , apoi piesa se va întoarce cu suprafața opusă b în sus pentru prelucrare (între timp se prelucurează suprafața a la cealaltă piesă). În acest fel, la fiecare trecere a frezei va rezulta o piesă terminată, în dispozitiv montîndu-se o altă piesă brută.

d) *Metoda frezării paralel-succesive* se deosebește de metoda descrisă mai înainte prin faptul că prin această metodă se prelucurează un număr mai mare de piese P , așezate în mai multe rînduri paralele (fig. 16.16). Prelucrarea se face cu ajutorul unui număr de freze S egal cu numărul rîndurilor de piese, și ca atare productivitatea crește în același raport. Metoda este utilizată la prelucrarea pieselor mici, obținîndu-se în general atît o încărcare optimă a puterii mașinii, cît și o calitate bună a suprafețelor frezate.

e) *Metoda frezării pe mese rotative* este de asemenea utilizată, întrucît realizează o însemnată creștere a productivității. Metoda se bazează pe utilizarea unei mese rotative m , care, prin mișcarea de rotație continuă n_1 , asigură pieselor viteza de avans. Masa rotativă asigură deplasarea piesei P din locul I , unde se fixează (fig. 16.17), spre locurile II și III , unde se execută operația de frezare de degroșare respectiv de finisare cu freza S , urmînd ca în poziția IV , piesa să fie scoasă.

2) *Prelucrarea suprafețelor frontale* este tipică pieselor de lungime mare și care nu pot fi așezate în poziție verticală pentru prelucrare, deoarece dau naștere la vibrații. Sculele folosite sînt freze frontale sau cilindro-frontale. În figura 16.18 este reprezentată metoda de prelucrare a suprafețelor fron-

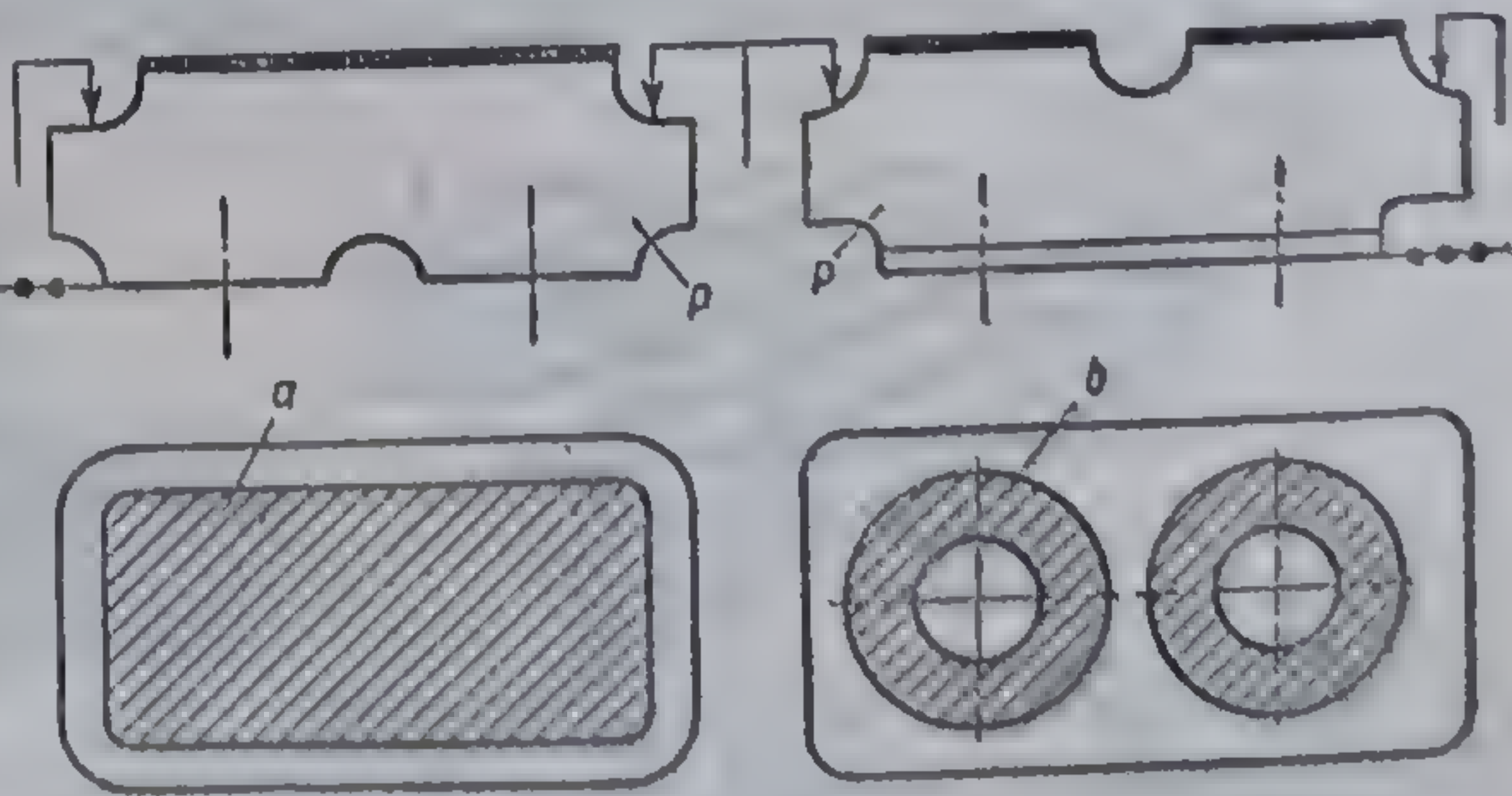


Fig. 16.15. Frezarea succesivă pe ambele fețe.

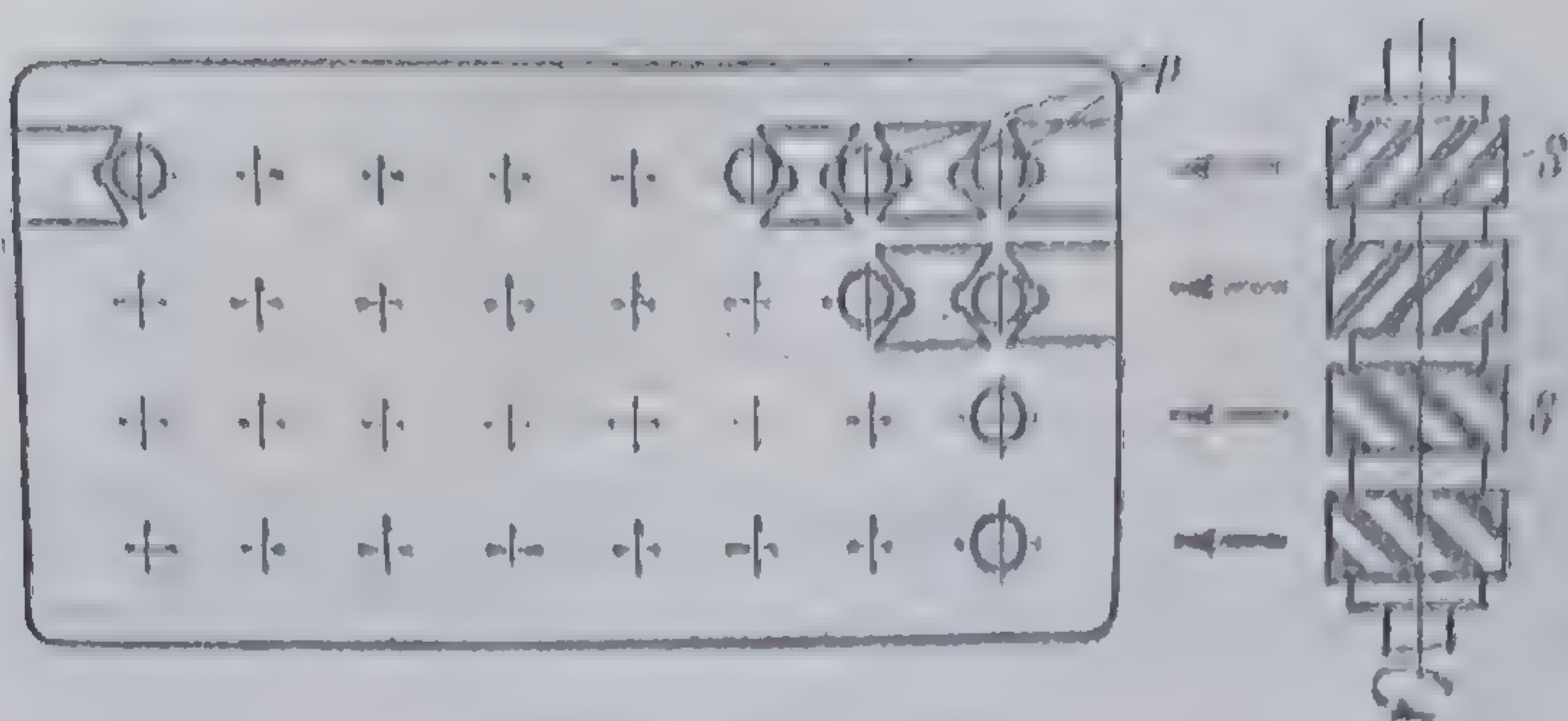


Fig. 16.16. Frezarea paralel—succesivă.

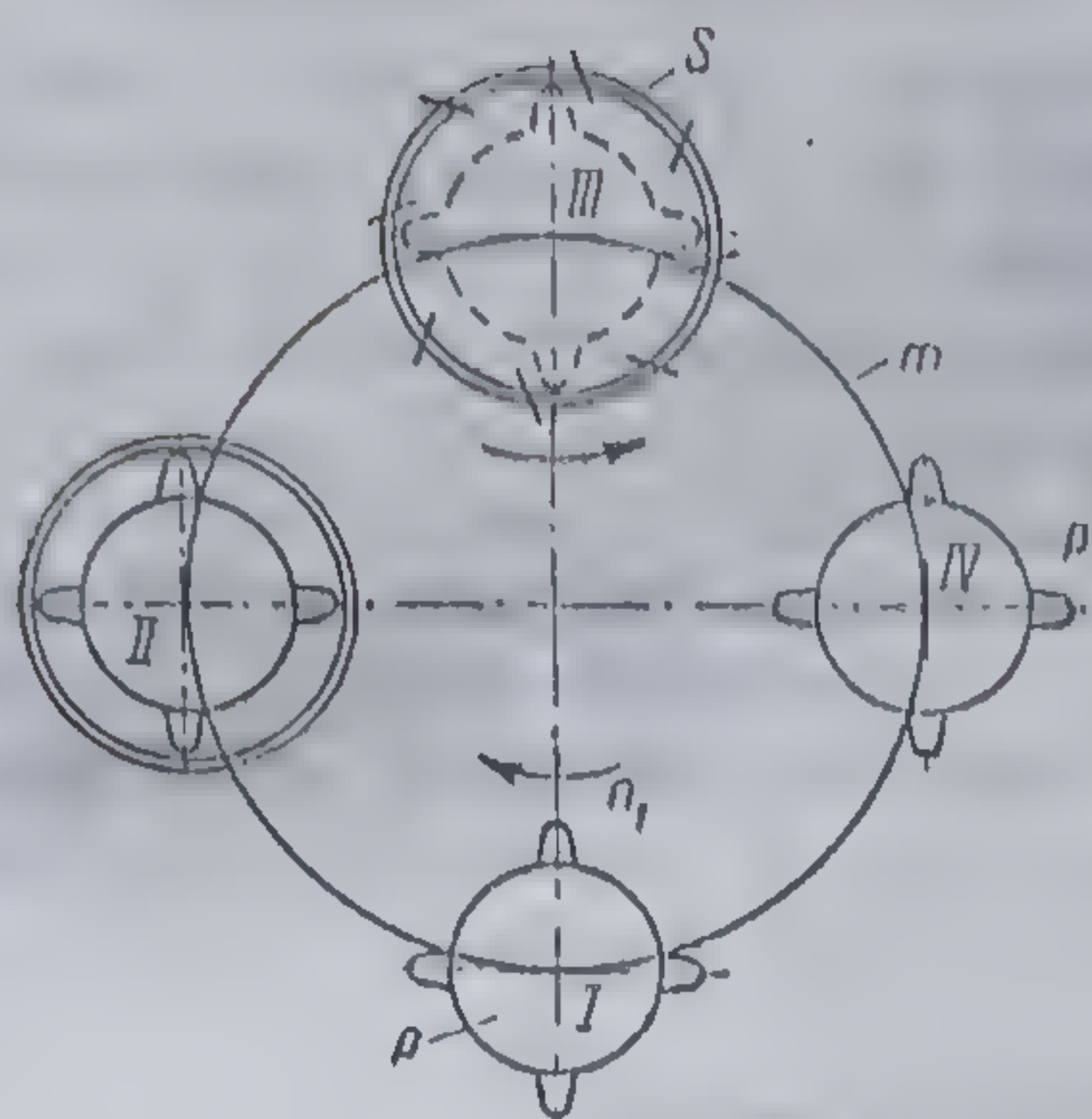


Fig. 16.17. Frezarea pe mese rotative.

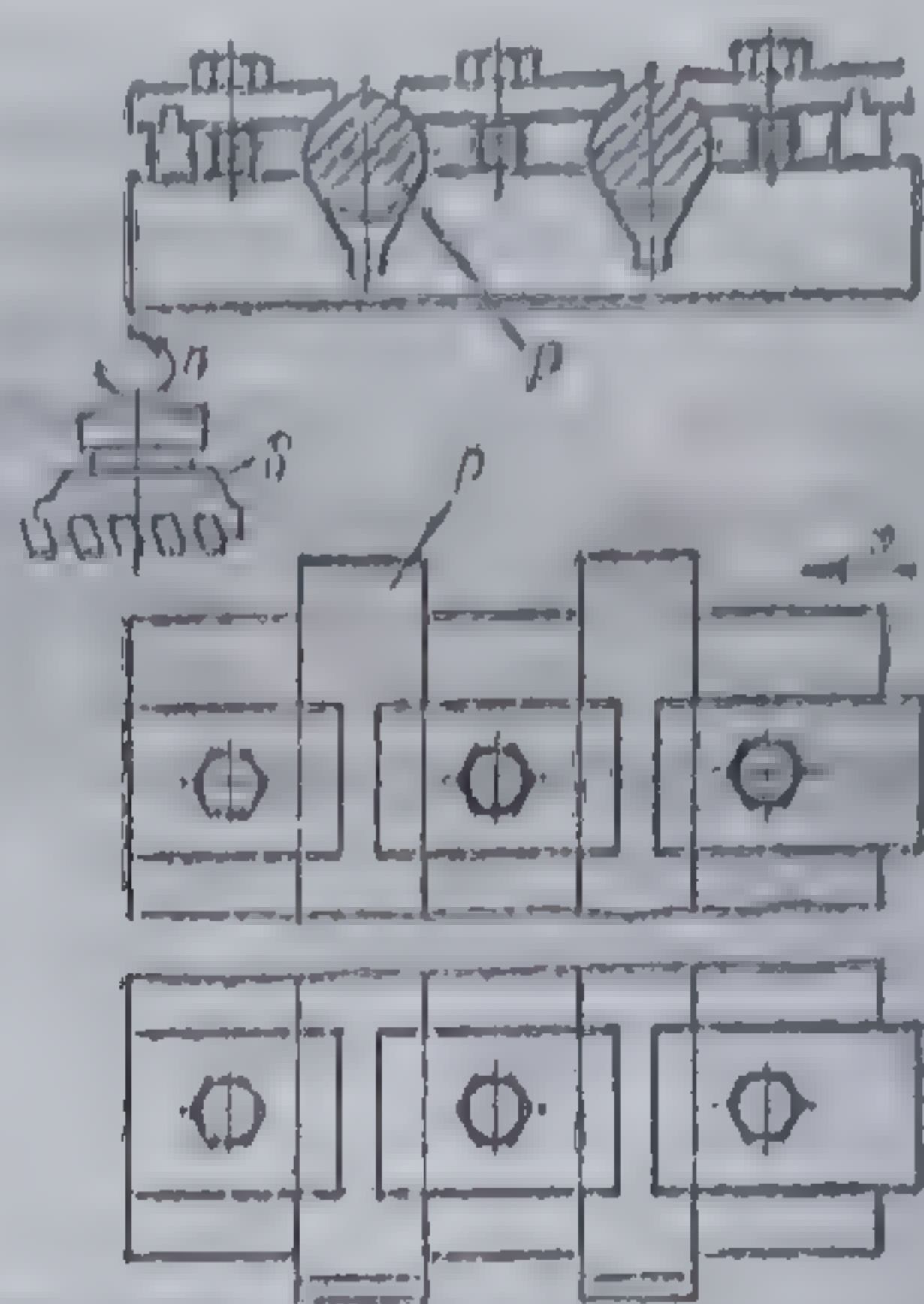


Fig. 16.18. Frezarea suprafețelor frontale.

tale cu ajutorul unei freze frontale S la care piesele P sînt așezate și fixate în dispozitiv în poziție orizontală.

Metoda frezării pe mese rotative prezentată la prelucrarea suprafețelor plane orizontale se aplică și în cazul prelucrării prin frezare a suprafețelor frontale ale pieselor de înălțime redusă.

3) *Prelucrarea suprafețelor plane înclinate* nu diferă principial de celelalte procedee descrise, întrucît și în acest caz trebuie respectată condiția ca mișcarea mesei mașinii să fie situată într-un plan paralel cu planul care trece prin vîrfurile dinților frezei. Și în acest caz, se disting mai multe metode:

a) *Frezarea suprafețelor înclinate cu ajutorul frezelor cilindrice sau frontale* prin înclinarea piesei cu ajutorul dispozitivului de prindere sau prin înclinarea mesei mașinii odată cu piesa de prelucrare (fig. 16.19).

b) *Frezarea suprafețelor înclinate prin înclinarea arborelui portsculă* (fig. 16.20) se aplică numai la prelucrările pe mașini de frezat orizontale, folosindu-se ca accesoriu un cap de frezat vertical sau universal care permite înclinarea arborelui principal sub unghiul necesar.

c) *Frezarea suprafețelor plane înclinate cu ajutorul frezelor conice* (fig. 16.21). Această metodă se utilizează în cazul suprafețelor relativ mici.

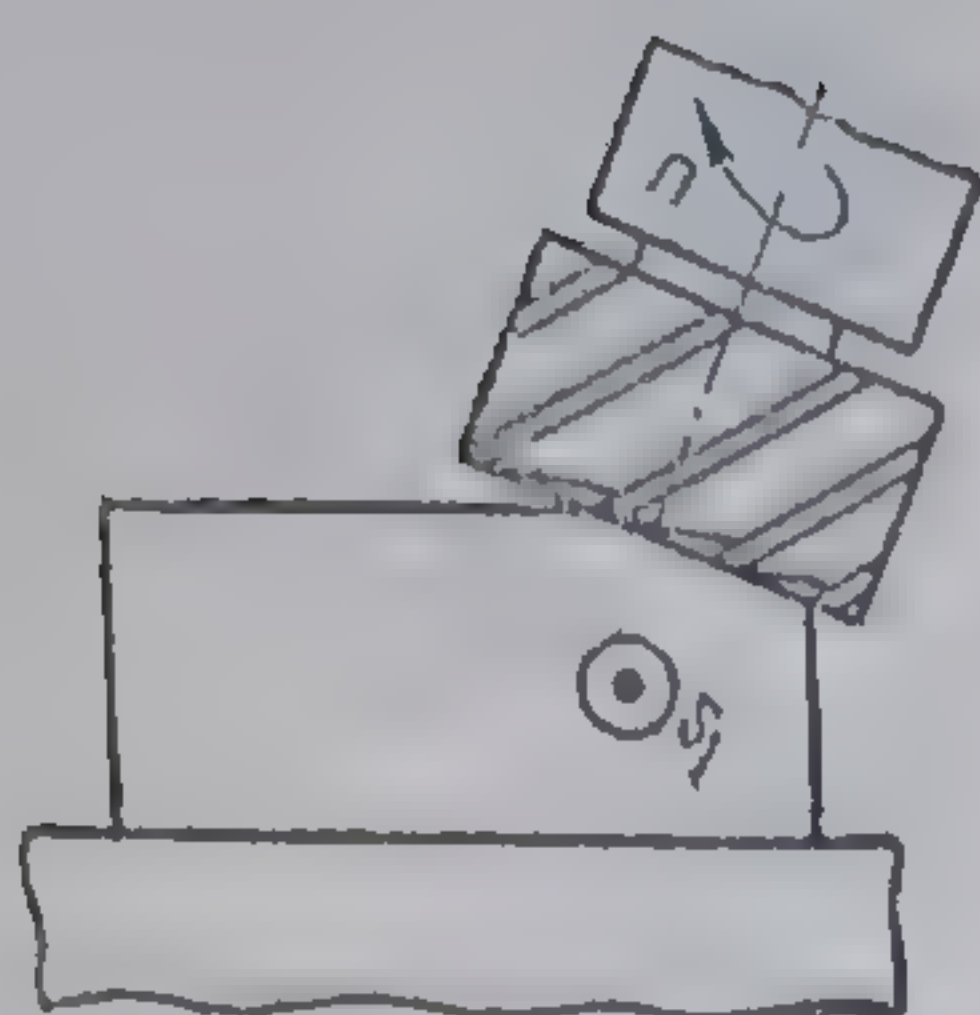


Fig. 16.19. Frezarea suprafețelor înclinate prin înclinarea piesei.

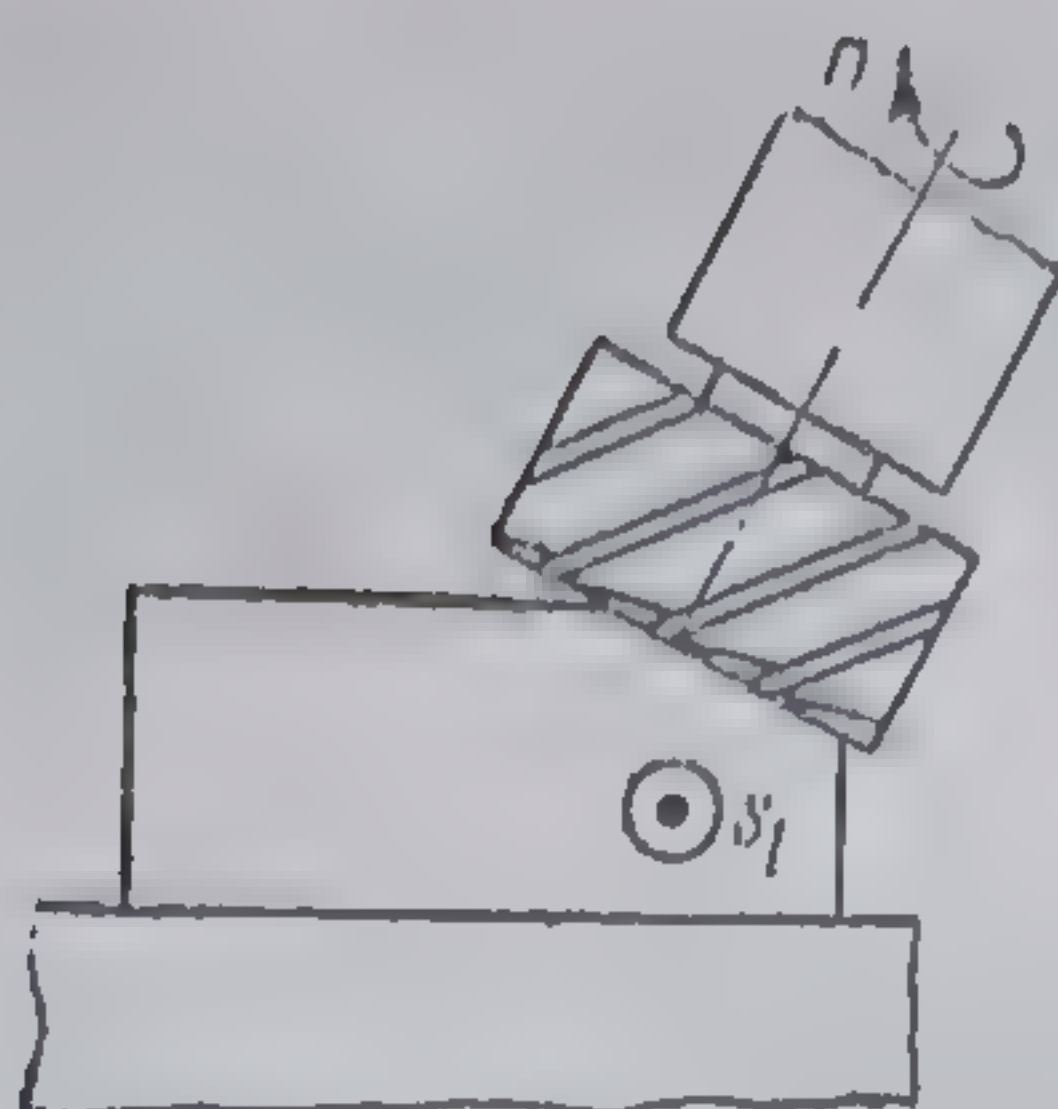


Fig. 16.20. Frezarea suprafeței înclinate prin înclinarea arborelui portsculă.

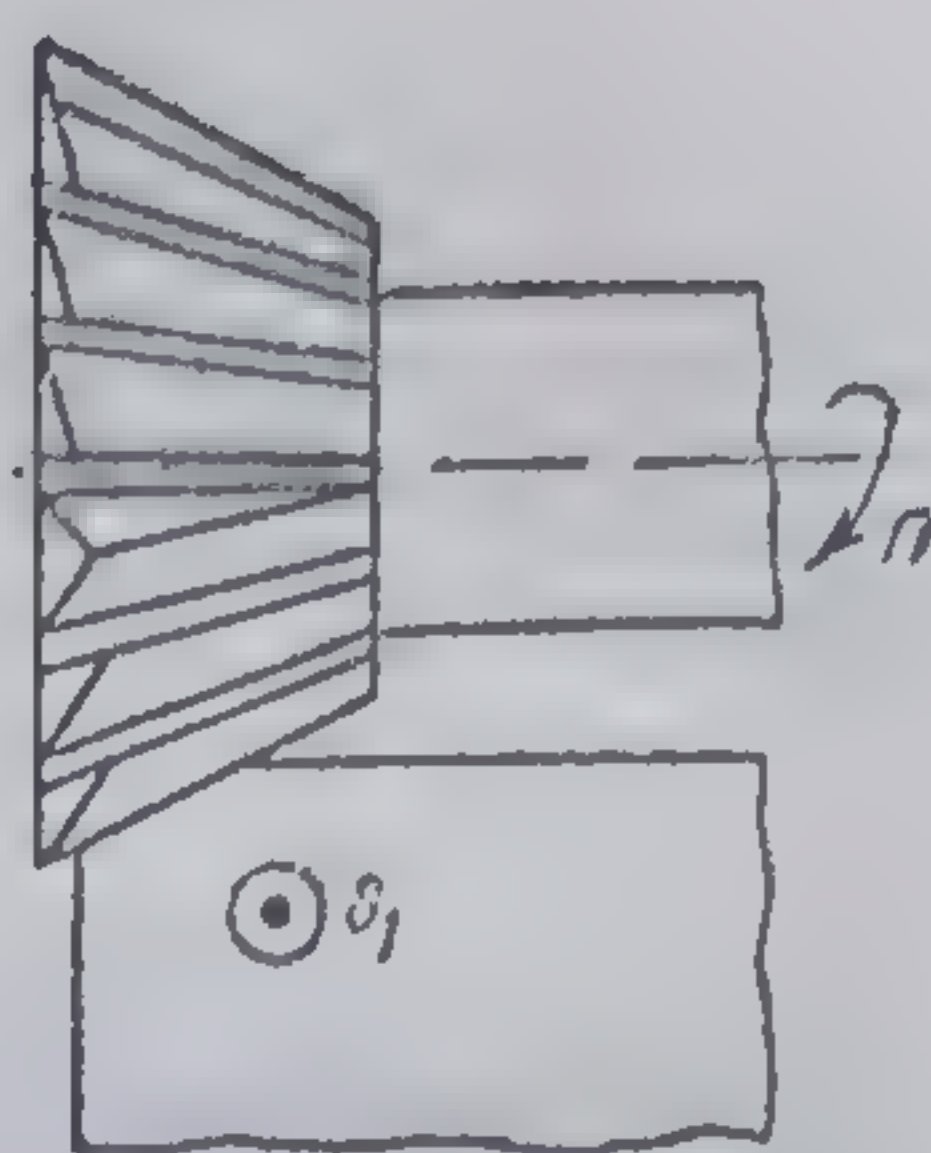


Fig. 16.21. Freză conică.

4) *Frezarea suprafețelor conjugate*, adică frezarea suprafețelor paralele sau perpendiculare între ele, se poate executa în două moduri: frezând fiecare suprafață separat sau frezând simultan două sau mai multe suprafețe. A doua metodă este recomandabilă la producția în serie mare.

5) *Frezarea suprafețelor compuse* se întâlnește mai des la piese mari și se recomandă să se facă din cât mai puține prinderi ale acestora, deoarece numărul mare al dimensiunilor și al prinderilor necesare ar complica tehnologia de realizare a pieselor și ar crea posibilitatea apariției unor erori nedorite. Suprafețele compuse se prelucurează după o trasare în prealabil, iar reglarea frezelor după o așchiere de probă, prin frezarea unui început de profil.

3. PRELUCRAREA SUPRAFEȚELOR PLANE PRIN BROȘARE

Prin broșare se pot prelucra suprafețe plane cu o lățime ce variază de la câțiva milimetri până la 400 mm și cu o lungime de 500 mm. Broșarea nu se poate aplica pieselor cu pereți subțiri, deoarece în timpul așchierii se dezvoltă presiuni mari care pot deforma piesa.

Pentru broșarea suprafețelor plane se folosesc mașini verticale de broșat semiautomate și automate. Productivitatea broșării suprafețelor plane este ridicată, fiind de 5—20 ori mai mare decât a frezării. Precizia de prelucrare a suprafețelor prin broșare se încadrează în calitățile 4—9 ISO, iar rugozitatea suprafețelor $R_a = 6,3 \dots 0,4 \mu\text{m}$.

a. Scule folosite la broșarea suprafețelor plane

Broșele sînt scule de înaltă productivitate și de mare precizie. Datorită complexității lor, sînt folosite pentru operații care se repetă (de exemplu executarea canalelor de pană).

Întrucît broșele sînt supuse mai mult la uzură, acestea se execută din oțeluri aliate cu crom (de exemplu C 120), oțeluri rapide sau din oțeluri de construcție cu dinți armați cu plăcuțe din carburi metalice.

Broșele pot fi dintr-o bucată (fig. 16.22, a) și din mai multe bucăți (fig. 16.22, b). Construcția broșelor destinate prelucrării plane exterioare

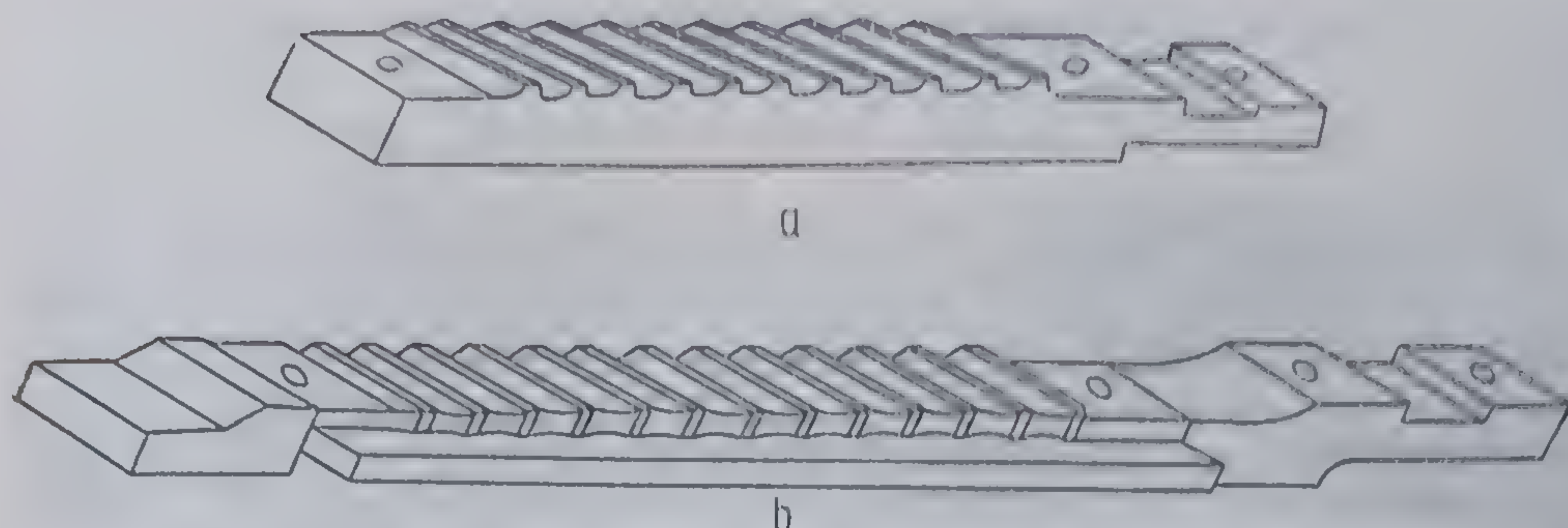


Fig. 16.22. Broșe pentru prelucrarea suprafețelor exterioare.

este asemănătoare broșelor pentru prelucrarea interioară. Deosebirea constă în faptul că dimensiunile nu sînt limitate de gabaritul locașului prelucrat, ca la broșarea interioară. Ca urmare, construcția broșei se ușurează în acest caz.

La broșele plane exterioare se poate adopta un unghi de așezare mai mare ($\alpha=10^\circ$) față de broșele interioare (unde $\alpha=3^\circ30'$).

b. Elementele regimului de așchiere la broșarea suprafețelor plane

Elementele regimului de așchiere la broșarea suprafețelor plane sînt aceleași și se determină în același mod ca la broșarea suprafețelor interioare (adică viteza de așchiere principală v_p și grosimea așchiei s_d). În cazul broșării plane, viteza de așchiere are valori de 5—10 m/min.

c. Metode de prelucrare a suprafețelor plane prin broșare

Ca procedee de broșare a suprafețelor plane se aplică broșarea continuă rectilinie (fig. 16.23, a) și broșarea continuă circulară (fig. 16.23. b). Prima metodă se realizează pe mașini de broșat cu mișcarea continuă rectilinie prevăzute cu un lanț pe care se fixează la anumite intervale piesele P . La trecerea piesei în dreptul sculei S are loc procesul de așchiere. Piesele se încarcă și se descarcă în timpul mersului mașinii.

A doua metodă se execută pe mașini cu mișcare circulară continuă care sînt prevăzute cu o masă rotundă pe care se așază piesele de prelucrat P . Scula S se fixează pe batiul mașinii într-o parte a mesei circulare deasupra pieselor.

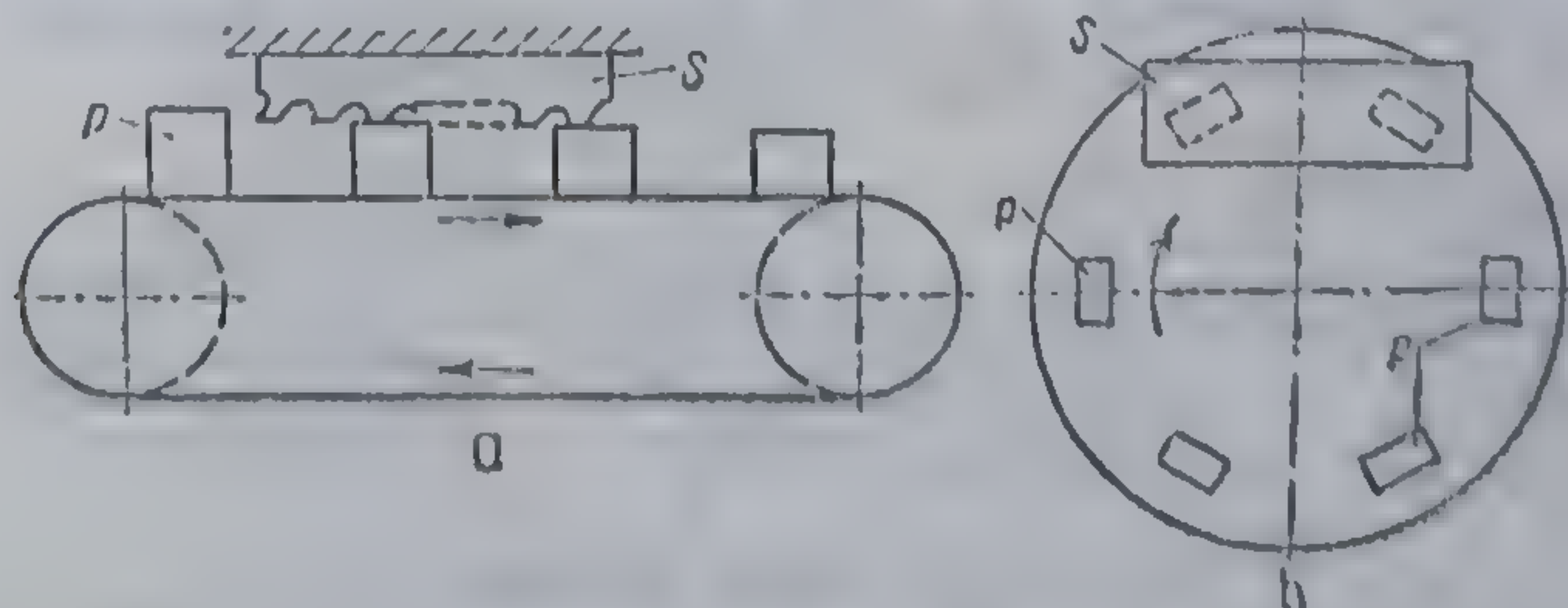


Fig. 16.23. Broșarea continuă.

4. PRELUCRAREA SUPRAFEȚELOR PLANE PRIN RECTIFICARE

Prelucrarea suprafețelor plane prin rectificare se aplică în scopul obținerii unei precizii dimensionale de prelucrare ridicată și o calitate superioară a suprafețelor. Uneori, rectificarea plană se folosește și în cazuri mai puțin pretențioase, mai ales la piesele de dimensiuni mici executate din materiale cu duritate mare și care au un adaos mic de prelucrare. Procedul se mai poate folosi și pentru prelucrarea stratului durificat la piesele turnate, mai ales la cele turnate în nisip, la care alte procedee sînt mai greu accesibile, din cauza unor uzuri accentuate ale sculei.

Pentru ca operația de rectificare să fie corespunzătoare din punct de vedere economic, adaosul ce trebuie îndepărtat va fi mic; de aceea, această operație este precedată de frezare sau de rabotare.

Precizia de prelucrare și rugozitatea suprafeței obținute se încadrează în aceleași valori ca în cazul rectificării rotunde exterioare.

a. Scule folosite la rectificarea plană

Discurile folosite la rectificarea plană sînt cilindrice, în formă de oală sau compuse din segmenti abrazivi (fig. 16.24). Discurile cilindrice lucrează cu periferia, iar celelalte două tipuri cu partea frontală, prezentînd mai multe avantaje față de disc și anume: se pot folosi viteze mai mari, nu există pericolul de spargere a discului, lichidul de răcire și de ungere pătrunde mai ușor la locul de așchiere, suprafața de contact este mai mică și discontinuă, pericolul de supraîncălzire a suprafeței este mai redus și, la un regim de lucru corect ales, durabilitatea sculei este mai mare.

Ca dezavantaj, procesul decurge mai puțin liniștit și calitatea suprafeței obținute este ceva mai redusă. Pentru îmbunătățirea condițiilor de lucru la discurile în formă de oală sau compuse din segmenti se dă o înclinație arborelui portsculă față de suprafața care se prelucurează cu $0,5^\circ$ — 1° . În acest fel, discul abraziv nu va fi în contact cu toată suprafața, ceea ce face ca lichidul să pătrundă mai ușor și eliminarea așchiilor să se facă în condiții mai bune.

b. Elementele regimului de așchiere la rectificarea plană

La rectificarea plană, mișcarea principală de așchiere este o mișcare de rotație și este efectuată de către discul abraziv. Mișcarea de avans este executată de masa mașinii pe care este fixată piesa.

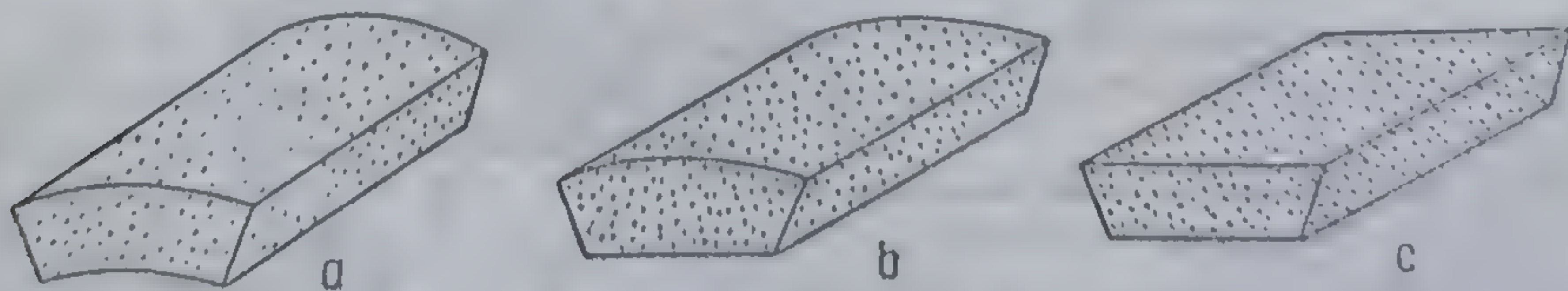


Fig. 10.24. Piere segmente;

a — piatră segment convex concav; b — piatră segment convex plan; c — piatră segment trapezoidală.

La rectificarea plană, pentru regimul de aşchiere se recomandă următoarele valori:

— vitezele de lucru pentru discul abraziv sînt de ordinul a 20—25 m/s;

— avansul este determinat de viteza de deplasare a mesei pe care este fixată piesa; pentru prelucrări de degroşare, viteza de deplasare a mesei este de 3—12 m/min, iar la finisare de 9—12 m/min, pentru metalele neferoase ajungînd pînă la 25 m/min;

— adîncimea de aşchiere este de 0,05—0,15 mm la degroşare şi de 0,01—0,015 mm la finisare. Limitele inferioare se folosesc la piese mai subţiri de 6 mm.

La rectificarea cu suprafaţa frontală a discului, adîncimea de aşchiere la degroşare se ia de 0,05—0,5 mm, iar la finisare de 0,05—0,1 mm.

Alegerea regimului de aşchiere este determinată de caracteristicile discului abraziv. Cu cît se lucrează cu discuri mai moi, cu atît se va alege o adîncime de aşchiere mai mică, pentru a se evita o uzură prea accentuată a discului, ceea ce influenţează precizia prelucrării.

Lichidul de răcire-ungere se foloseşte din abundenţă pentru a se evita încălzirea locală a suprafeţei prelucrate, a se îndepărta mai bine aşchiile şi reduce uzura pietrei, obţinîndu-se astfel o calitate şi o precizie mai bună a suprafeţei.

c. Metode de prelucrare a suprafeţelor prin rectificare plană

Pentru executarea operaţiei de rectificare plană, piesele se fixează pe masa maşinii de rectificat, astfel:

- cele din materiale feromagnetice pe mese magnetice;
- cele din materiale metalice neferoase cu dispozitive care depind de forma şi de gabaritul pieselor respective.

Rectificarea plană se realizează prin următoarele procedee:

a) *Rectificarea plană cu partea cilindrică a pietrei abrazive*, care se execută pe maşini de rectificat plan orizontale (fig. 16.25, a) şi maşini de rectificat plan cu masa rotativă (fig. 16.25, b).

b) *Rectificarea plană cu partea frontală a discului* (fig. 16.26) executată pe maşini de rectificat vertical.

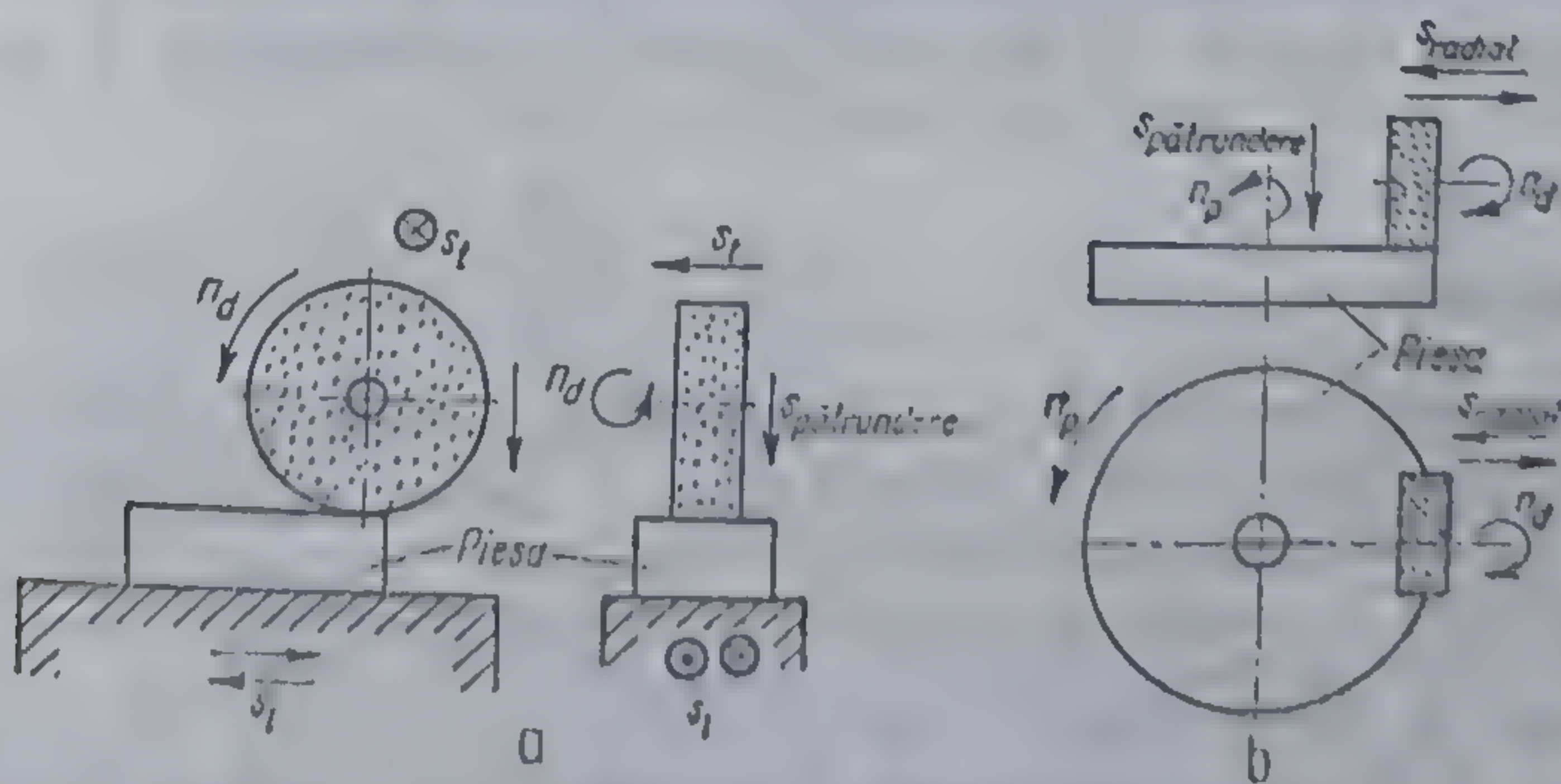


Fig. 16.25. Rectificarea plană.

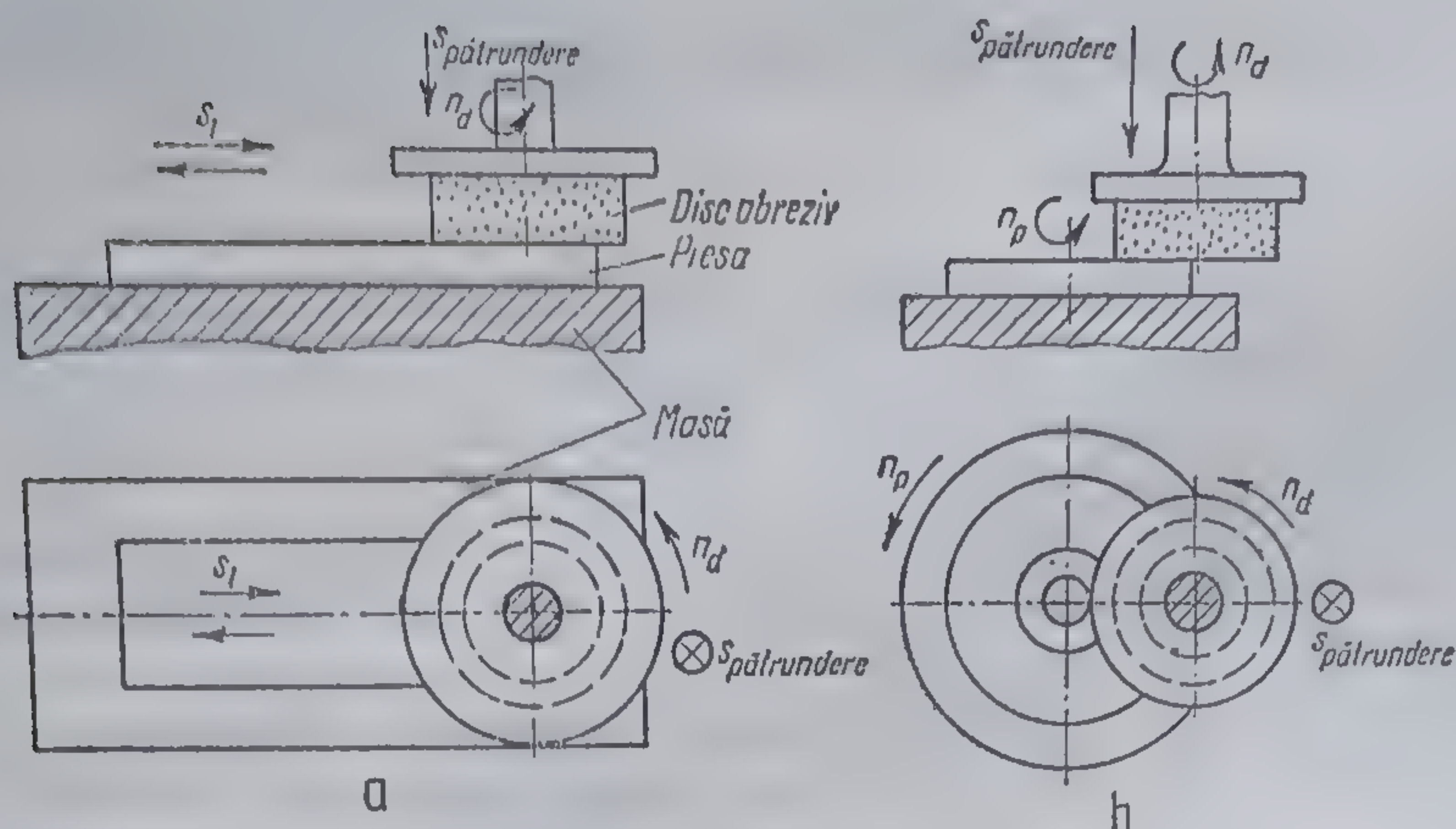


Fig. 16.26. Rectificarea plană frontală:
a — cu avans rectiliniu; b — cu avans circular.

5. PRELUCRAREA DE NETEZIRE A SUPRAFEȚELOR PLANE

Acest procedeu se aplică în scopul obținerii unor dimensiuni precise și a unei rugozități a suprafeței cât mai ridicate și se realizează prin răzuire, lepuire etc.

a. Răzuirea

Răzuirea este operația de finisare a suprafețelor plane care constă în detașarea unor straturi foarte subțiri de metal cu ajutorul unei scule denumite *răzuitor*. Răzuitorul pentru suprafețe plane poate avea secțiunea dreptunghiulară sau triunghiulară. Pentru ca durabilitatea tăișului răzuitorului să fie cât mai ridicată, se folosesc plăcuțe din carburi metalice, care se fixează mecanic sau se lipesc pe corpul răzuitorului.

Pentru marcarea locurilor unde să se acționeze cu răzuitorul, se folosesc plăci sau rigle de tușat pe care se aplică un strat subțire de vopsea și după care se determină suprafața portantă. Pentru operația de degroșare se admit 12—18 pete pe un pătrat cu latura de 25 mm.

Operația de răzuire se execută manual sau mecanizat și se aplică în cazul materialelor cu duritate redusă, $HB < 240$.

b. Lepuirea

Lepuirea suprafețelor plane se execută pe mașini speciale de lepuit cu două discuri orizontale de lepuit care se rotesc în sensuri opuse și cu turații diferite. Piese se așază într-o placă portpieșe, care se rotește puțin excentric, în același sens cu discul de rodat inferior. În timpul operației de lepuire se reglează apăsarea discului superior. Adaosul de prelucrare este de circa 0,005—0,15 mm, iar rugozitatea suprafețelor este $R_a = 0,8 \dots 0,012 \mu m$. La producția individuală și de serie mică, operația de lepuire se execută manual.

6. TEHNOLOGIA DE PRELUCRARE A SUPRAFEȚELOR PLANE ALE BATIURILOR DE MAȘINI-UNELTE

Batiurile de mașini-unelte sînt piese care conțin mai multe suprafețe plane, dispuse sub diferite unghiuri.

Semifabricatele folosite sînt, în majoritatea cazurilor, turnate din fontă sau oțel. Din cauza neuniformității pereților și a răcirii neuniforme, în semifabricat apar tensiuni interne foarte mari. În urma prelucrării, se produce un dezechilibru al acestora, care conduce la deformarea batiului.

Pentru eliminarea tensiunilor interne se aplică tratamentul termic sau detensionarea cu ultrasunete și vibrații.

a. Alegerea procedeului de prelucrare a batiurilor de mașini-unelte

Procedeul de prelucrare se alege ținîndu-se seama de forma constructivă, poziția suprafeței și de dimensiuni. Astfel, batiurile pot avea suprafețele ghidajelor orizontale sau verticale.

Rolul suprafețelor și precizia pe care trebuie să o aibă au o pondere însemnată în vederea alegerii procedeului de prelucrare. Succesiunea operațiilor se stabilește practic pentru fiecare tip de mașină, urmărindu-se să se asigure precizia de prelucrare.

1) *Prelucrarea de degroșare.* La prelucrarea de degroșare se va îndepărta prin așchiere partea cea mai mare a adaosului de prelucrare, folosindu-se în acest scop mașini de frezat portale sau mașini de rabotat portale. Acestea din urmă sînt recomandate mai ales pentru prelucrarea suprafețelor lungi și înguste, prezentînd și avantajul că operația de răzuire se execută mai ușor decît după frezare.

Pentru mărirea productivității de prelucrare, se folosesc mașini de frezat portale cu mai multe capete de frezat sau cu mai multe blocuri de freze (fig. 16.27).

Suprafețele frontale se prelucrează cu ajutorul mașinilor de rabotat sau de frezat. La producția în serie mare se folosesc mașini speciale sau capete de frezat.

2) *Prelucrarea de finisare a ghidajelor de la batiurile mașinilor-unelte.* Această prelucrare se execută prin rabotare, frezare sau rectificare, tre-

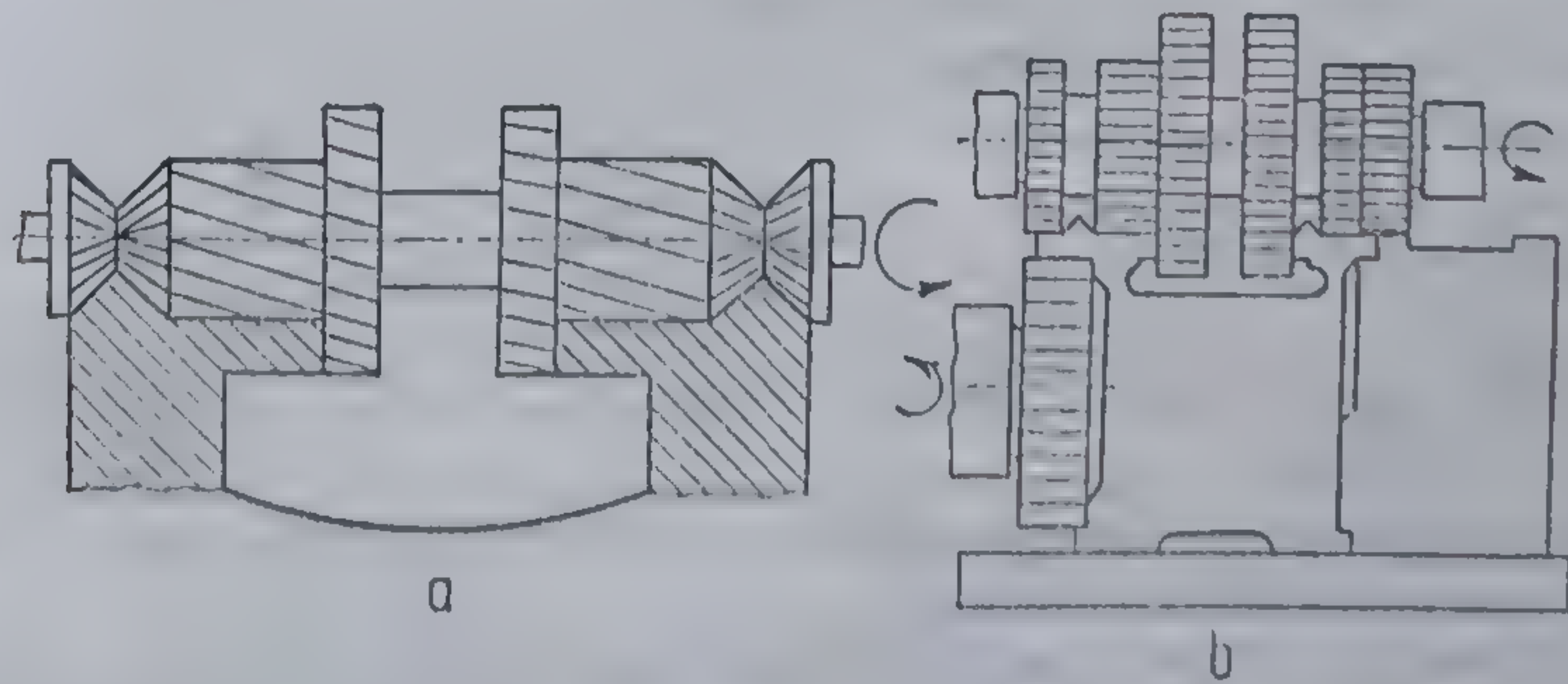


Fig. 16.27. Blocuri de frezare pentru prelucrarea ghidajelor batiurilor de mașini-unelte.

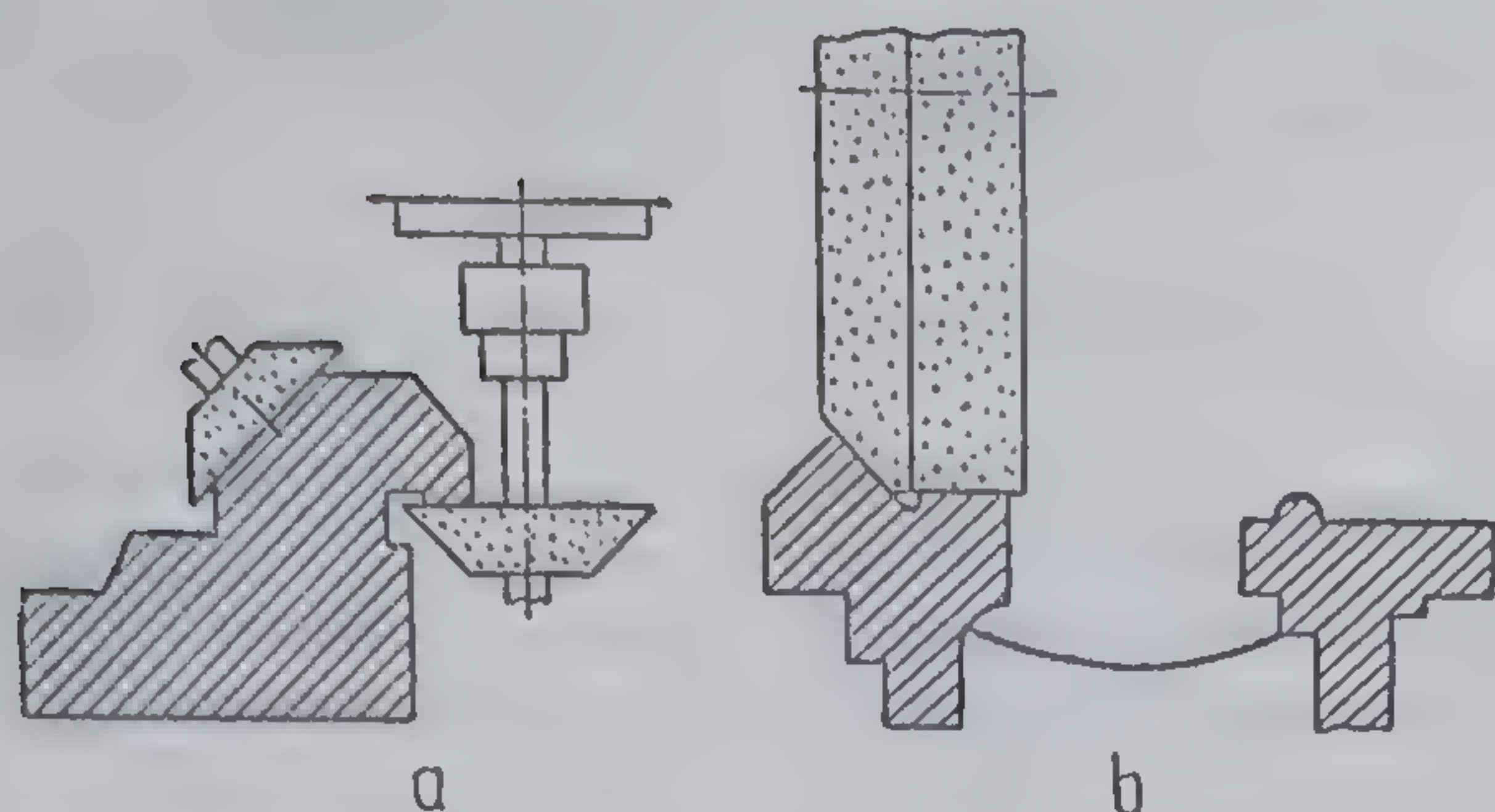


Fig. 16.28. Rectificarea ghidajelor batiului.

În vederea obținerii unei stări a suprafeței cât mai bună, după rabotare se mai execută operația de răzuire sau de rectificare plană când ghidajele au fost călite (fig. 16.28, a, b).

Pentru rectificarea batiurilor (fig. 16.28, a, b) se folosesc mașini de rectificat asemănătoare cu mașinile de frezat portale sau cu brațe în consolă. Adaosul de prelucrare la rectificare este de 0,2—0,3 mm.

Răzuirea suprafețelor plane ale ghidajelor permite realizarea unor suprafețe la un înalt grad de precizie, prezentînd avantajul că procedeul nu presupune utilaje speciale. În acest caz adaosul de prelucrare este de 0,1 mm pentru suprafețe de 100×500 mm și de 0,15 mm pentru suprafețe de $520 \times 1\,000$ mm.

La finisare, numărul de pete este de 20—25 pe un pătrat cu latura de 25 mm, iar abaterile de la rectilinitate nu depășesc $\pm 4 \mu\text{m}$.

O precizie bună de prelucrare se obține prin *lepuire*. Deoarece lepuirea este o operație costisitoare, se aplică numai la ghidajele batiurilor mașinilor-unelte de foarte mare precizie.

7. VERIFICAREA EXECUȚIEI SUPRAFETELOR PLANE

Prin verificarea suprafețelor plane se urmărește: precizia dimensiunilor, abaterile de la rectilinitate și de la planitate, abaterile de la poziția reciprocă a suprafețelor și starea suprafețelor.

Pentru verificarea preciziei dimensionale și a poziției reciproce a suprafețelor se folosesc mijloace de măsurat universale, care se aleg în funcție de valoarea dimensiunii, de precizia și de mărimea lotului.

Rectilinitatea și planitatea se verifică cu rigle de verificare cu muchii active, cu plăci de verificare, cu instrumente și aparate optice și cu diverse dispozitive prevăzute cu aparate comparatoare.

La verificarea rectilinității și a planității cu riglele de verificat cu muchii active, aprecierea se face la fanta de lumină sau cu ajutorul calibrelor de interstiții.

La verificarea planității cu plăcile de verificat, aprecierea se face după numărul de pete rămase pe plăci.

Paralelismul și perpendicularitatea suprafețelor prelucrate se controlează cu ajutorul șabloanelor sau cu dispozitive echipate cu aparate comparatoare.

8. MĂSURI DE TEHNICĂ A SECURITĂȚII MUNCII LA PRELUCRAREA SUPRAFEȚELOR PLANE

În funcție de mașinile-unelte folosite, la prelucrarea suprafețelor plane se vor respecta, pe lângă regulile generale de tehnică a securității muncii, și cele specifice metodelor de prelucrare.

Înainte de începerea lucrului va fi controlată amănunțit starea mașinii-unelte, pentru ca punerea ei în funcțiune să nu prezinte pericol. De asemenea, se va verifica scula așchietoare, dacă corespunde materialului ce urmează să se prelucereze, precum și regimul de așchiere indicat în procesul tehnologic.

În cazul prelucrării suprafețelor plane pe strunguri, va trebui ca piesele să fie bine fixate, pentru a se evita smulgerea lor din universal sau dintre vîrfuri. La strunjirea frontală sau a treptelor, în apropierea fălcilor universalului, se va lucra cu deosebită atenție, pentru ca acesta să nu apuce haina strungarului sau să-i rănească mâinile.

La frezarea suprafețelor plane, cînd se folosesc freze frontale, care permit viteze mari de așchiere, se vor folosi ochelari de protecție și ecrane speciale de protecție contra așchiilor. Atunci cînd prelucrarea suprafețelor plane se execută cu ajutorul corpurilor abrazive, pentru evitarea accidentelor, se prevăd în mod obligatoriu carcase metalice de protecție. Se permite numai utilizarea corpurilor abrazive verificate la sunet, încercate la rotire și echilibrate, la care bătaia nu depășește valoarea admisă.

Dimensiunile pieselor fixate pe masa mașinii, precum și calitatea suprafeței prelucrate se vor verifica numai după oprirea mașinii. Piese grele se vor manevra numai cu mijloace de ridicat corespunzătoare.

VERIFICAREA CUNOȘTINȚELOR

1. Să se arate ce factori determină creșterea productivității la prelucrarea prin frezare față de prelucrarea prin rabotare și mortezare, precizîndu-se și modul cum trebuie să se acționeze în vederea mării productivității la rabotare și mortezare.
2. Folosind tabelele 16.3 și 16.4 să se stabilească elementele regimului de așchiere la frezarea unei piese din fontă cenușie Fc 20 cu o freză cu dinți aplicați din aliaj dur, după care se va determina turația la care trebuie reglată mașina în vederea prelucrării.
3. Să se arate metodele de prelucrare a suprafețelor plane prin frezare și particularitățile privind modul de așezare a pieselor și de folosire a sculelor la fiecare metodă în parte.
4. Cu ce regimuri de așchiere se lucrează la rectificarea plană și care sînt procedeele de prelucrare a suprafețelor plane prin rectificare?
5. Să se identifice tehnologia de prelucrare a unui batiu, la alegere (existent la o mașină-unelte din atelierul școlar de prelucrare prin așchiere), și să se arate metodele și mijloacele de verificare a batiului în cauză.
6. Să se stabilească tehnologia de prelucrare a unui canal în formă de coadă de rândunică, arătîndu-se sculele, dispozitivele și verificatoarele necesare, pentru ca execuția să se încadreze în calitatea 7. Pentru acest caz se vor prezenta minimum două variante, alegîndu-se soluția optimă, știind că piesa se realizează în cadrul unei producții în serie mare.

CAPITOLUL 17

PRELUCRAREA SUPRAFEȚELOR PROFILATE

Suprafețele profilate ale pieselor au o mare răspîndire în construcția de mașini. Folosirea pieselor profilate este impusă de cerințe funcționale sau de rezistență, de creșterea randamentului unei mașini sau instalații, de necesitatea obținerii anumitor mișcări la unele mașini sau mecanisme. Obținerea suprafețelor profilate se poate realiza prin așchiere pe mașini-unelte, prin deformare plastică la cald sau la rece, turnare de precizie, eroziune electrică etc.

Metodele de prelucrare prin așchiere a suprafețelor profilate mai des întîlnite sînt: cu scule profilate, pe mașini-unelte obișnuite, cu dispozitive de copiat pe mașini-unelte obișnuite și pe mașini-unelte de copiat.

1. PRELUCRAREA SUPRAFEȚELOR CU SCULE PROFILATE PE MAȘINI-UNELTE OBIȘNUITE

Prelucrarea suprafețelor profilate cu scule profilate este procedeul cu cea mai largă utilizare. Ca scule profilate se folosesc: cuțitele, frezele disc, broșele, pietrele de rectificat etc.

Datorită faptului că suprafața de prelucrat este mare, apare tendința de vibrare a cuțitelor profilate folosite, ceea ce impune o fixare foarte rigidă a acestuia în dispozitivul portsculă sau folosirea portsculelor amortizoare de vibrații. Cuțitele profilate se execută din oțel rapid și mai rar cu plăcuțe din carburi metalice sau mineraloceramice.

Suprafețele de rotație cu profil simplu și de lungime redusă se strunjesc cu cuțite profilate prismatice (fig. 17.1, a) și disc (fig. 17.1).

Cuțitul prismatic 1 (fig. 17.1, a) are o pană 2 în formă de coadă de rândunică cu ajutorul căreia se introduce în suportul 3. Cuțitul se fixează în poziția de lucru cu ajutorul șurubului 4. Această metodă de fixare permite deplasarea cuțitului în sus, pe măsura reascuțirii lui, putîndu-se astfel păstra o poziție constantă a tăișului în înălțime față de piesa de prelucrat 5.

La cuțitele disc, suprafața de degajare 1 (fig. 17.1, b) este formată prin frezarea unei porțiuni. Prin gura centrală se introduce un șurub cu piuliță 2, cu ajutorul căruia se fixează în portcuțitul 3. Pentru împiedicarea rotirii cuțitului în timpul strunjirii, pe suprafața sa laterală 4 sînt prevăzuți dinți triunghiulari care intră în golurile de aceeași formă din portcuțit. Cînd este montat pe strung, centrul cuțitului trebuie să se afle

deasupra liniei vîr-
furilor, cu distanța
 $h = r \sin \alpha$.

Pentru unghiul
de așezare α se iau
următoarele valori:
6° pentru fontă; 8—
15° pentru oțel, 12—
18° pentru metale și
aliaje neferoase.

Dacă suprafața
profilată are dimen-
siuni mari, strunjirea
va trebui executată
succesiv cu mai mul-
te cuțite profilate
după cum se arată în
figura 17.2. Primul și
al doilea cuțit sînt
prismatice, cu profil
simplu (fig. 17.2, a,
b), iar cel de-al trei-
lea este un cuțit disc
cu profil complex
(fig. 17.2, c). Supra-
fața conică care lea-
gă suprafețele profi-
late se execută cu un
cuțit normal, înclinînd suportul strungului co-
respunzător unghiului conului.

Suprafețele cu diferite profile simple sau complexe se prelucurează de
preferință prin frezare cu freze profilate (fig. 17.3) și blocuri de freze
(v. fig. 14.18, 16.14, 16.27).

Alezajele profilate se pot prelucra simplu și economic prin broșare
(v. broșarea alezajelor).

O metodă avantajoasă de obținere a suprafețelor profilate la produc-
ția în serie mare și în masă este aceea a utilizării unei scule care are pe
periferia sa întregul profil al piesei de prelucrat. În timpul prelucrării,
scula trebuie să aibă o anumită viteză de rotație fără alunecare. Acest
procedeu se aplică în cazul strunjirii, frezării și mortezării.

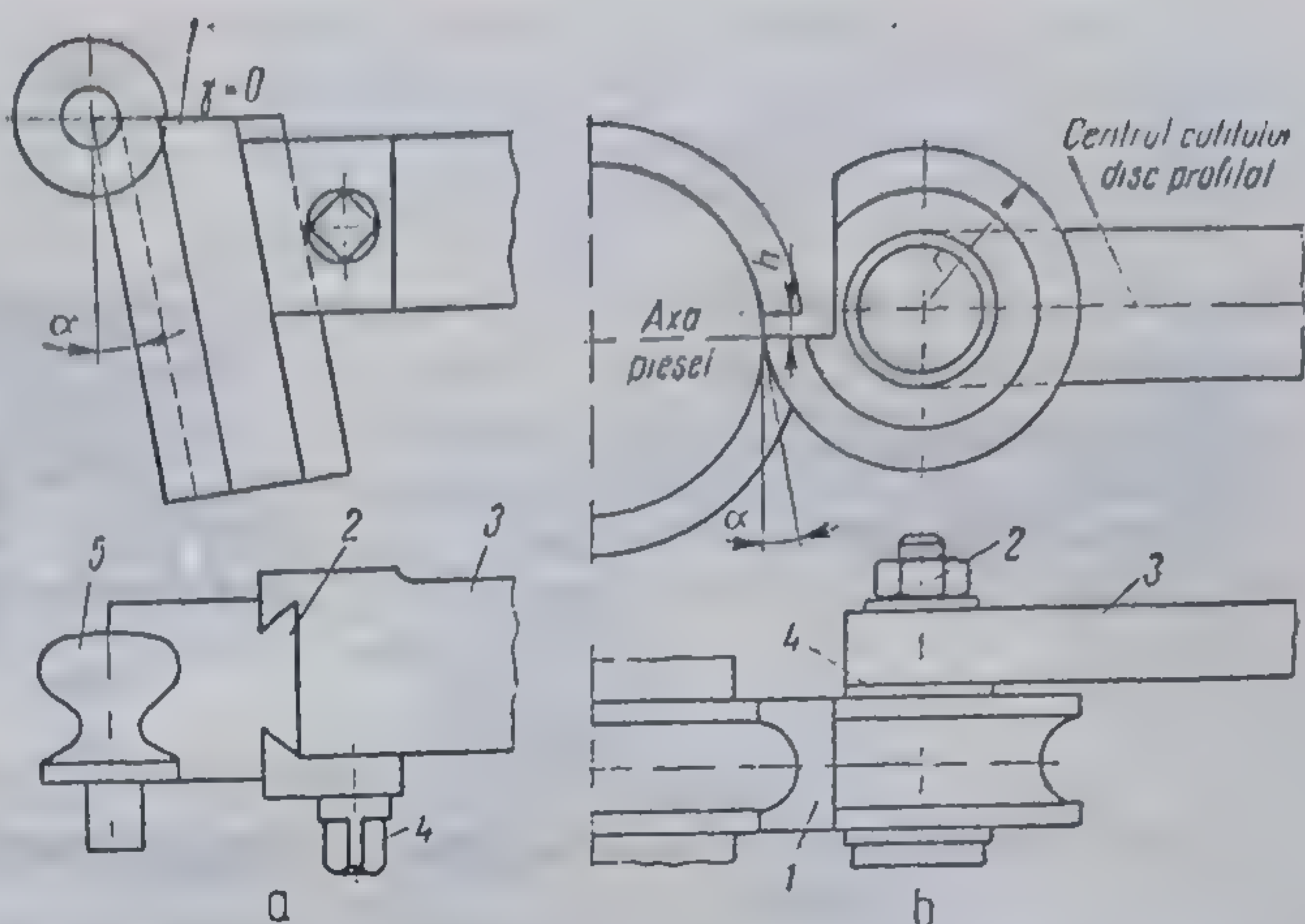


Fig. 17.1. Strunjirea unei suprafețe profilate:
a — cu cuțit prismatic profilat; b — cu un cuțit disc profilat.

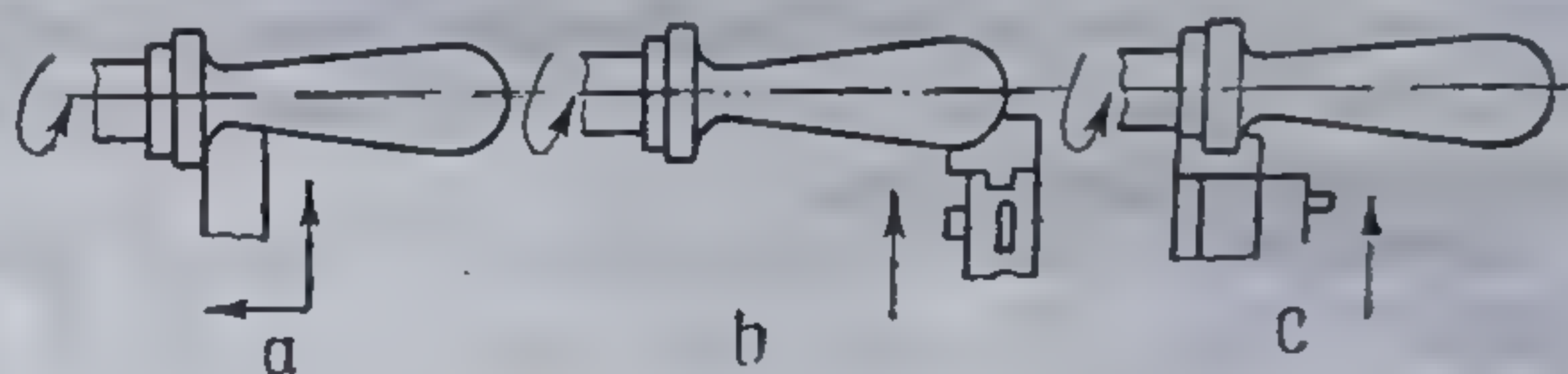


Fig. 17.2. Strunjirea succesivă a unei suprafețe profilate
cu mai multe cuțite profilate.

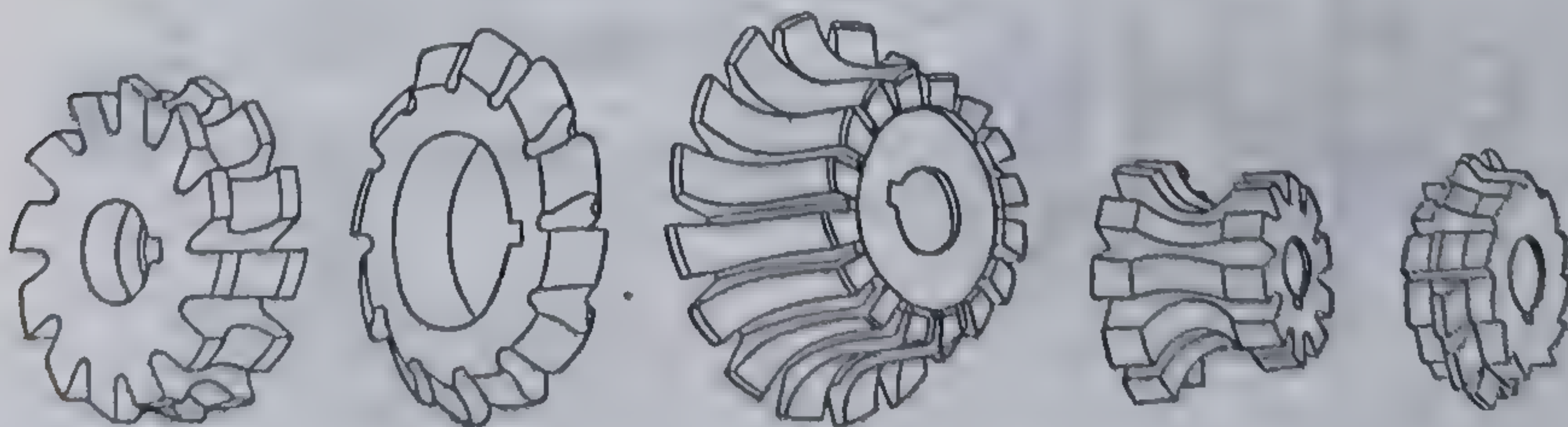


Fig. 17.3. Freze profilate.

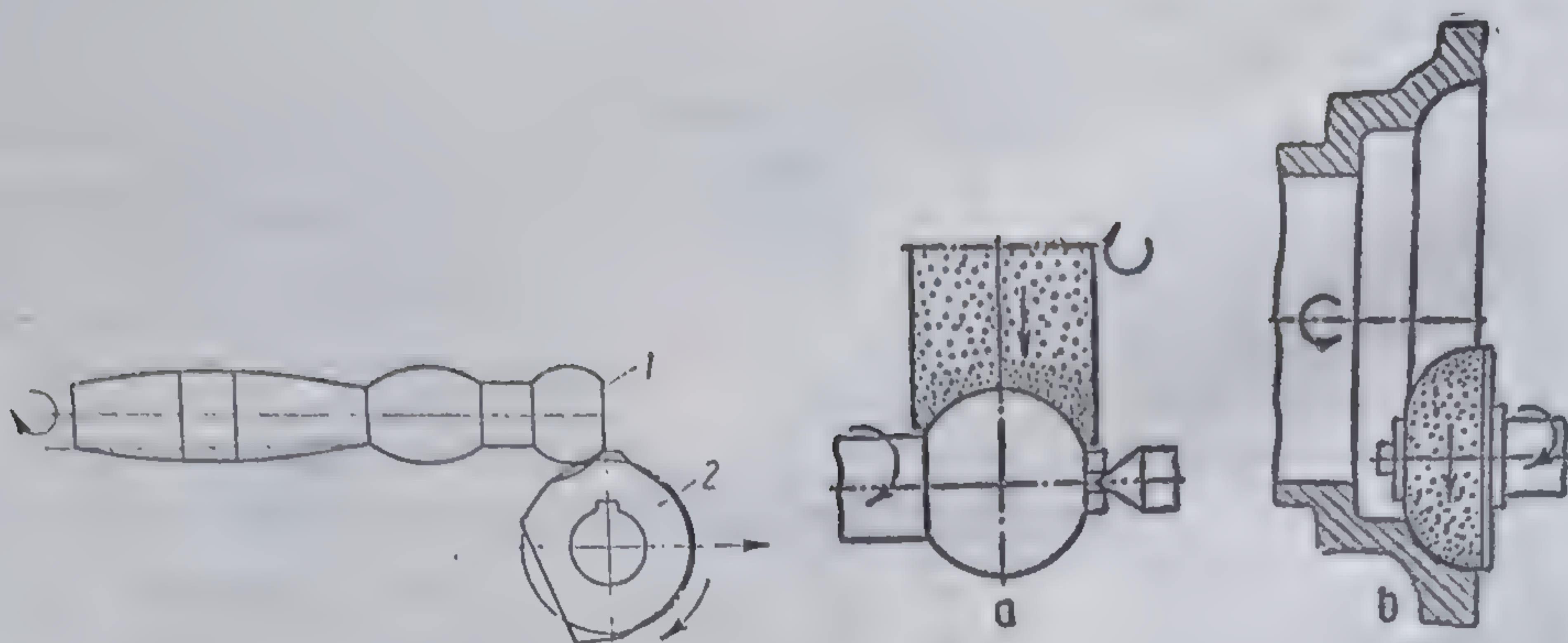


Fig. 17.4. Prelucrarea unui ax fasolat.

Fig. 17.5. Rectificarea suprafețelor profilate:

a — exterioară; b — interioară.

La strunjire apar următoarele mișcări de generare (fig. 17.4): piesa de prelucrat 1 are o mișcare de rotație, iar piesa 2 se rotește, și, în același timp, se deplasează în lungul axei piesei. Profilul sculei reprezintă înfășurătoarea pozițiilor succesive ale profilului piesei de prelucrat, piesa rulând pe profilul sculei.

Suprafețele profilate călite se finisează prin rectificare cu o piatră profilată (fig. 17.5), urmată, dacă este cazul, de o operație de rodare. Discurile abrazive se ascut și se reprofilează cu dispozitive speciale.

2. PRELUCRAREA SUPRAFEȚELOR PROFILATE CU DISPOZITIVE

Procedeul de prelucrare a suprafețelor profilate cu scule normale fixate în dispozitive speciale este limitat și se aplică în cazul strunjirii, frezării și rectificării.

Dispozitivul pentru strunjirea suprafețelor sferice (fig. 17.6) se montează în capul revolver 1 prin intermediul tijei 2. Capătul celălalt al tijei

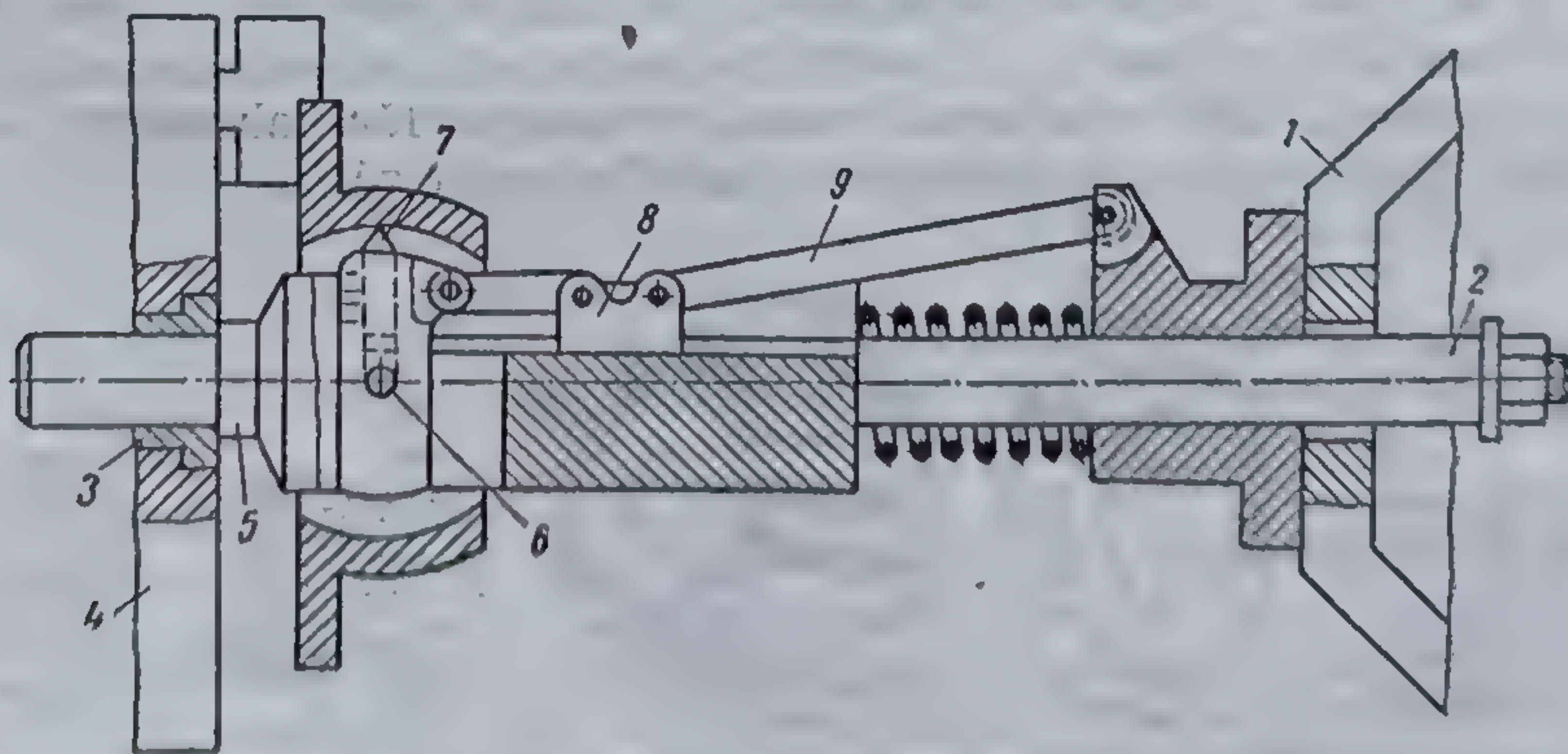


Fig. 17.6. Dispozitiv pentru strunjit sferic interior.

avînd pragul 5 se introduce în buca 3 montată în alezajul universalului 4. Pe tijă se găsește portcuțitul 7 care poate oscila în jurul axei 6 ca urmare a deplasării glisierii 8 în lungul canalului tijei; glisiera este împinsă de pîrghia 9 datorită avansului pe care-l capătă capul revolver. Cuțitul oscilînd prelucurează suprafața sferică interioară.

La prelucrarea suprafețelor profilate pe mașinile de frezat, în cazul obținerii pieselor curbe pe porțiuni în arc de cerc sau cercuri întregi, se folosesc platourile rotative cu avans manual sau cu acționare mecanică, care se fixează pe masa mașinii. De asemenea platoul rotativ servește și la prelucrarea unei piese după un contur oarecare în prealabil, prin combinarea deplasării longitudinale a mesei mașinii de frezat cu rotirea sa.

3. PRELUCRAREA SUPRAFEȚELOR PROFILATE PE MAȘINI-UNELTE DE COPIAT

Prelucrarea prin copiere a suprafețelor profilate pe mașini-unelte are un domeniu de aplicare nelimitat. Principiul copierii constă în folosirea unor mecanisme care asigură deplasarea unor scule de lucru în două direcții Ox și Oy , care face între ele un unghi oarecare sau deplasarea se face într-un sistem de coordonate polare.

Prelucrarea suprafețelor profilate se poate realiza frecvent pe strunguri, pe mașini de frezat, pe mașini de rectificat etc.

Suprafețele profilate de revoluție a căror lungime depășește 20—25 mm se prelucurează pe strung cu ajutorul unui dispozitiv la care rigla de copiat este înlocuită cu un șablon al cărui profil este identic cu al piesei de prelucrat. Acest șablon, prin intermediul unei pîrghii de legătură, transmite mișcarea de avans saniei transversale. Prin combinarea mișcării saniei transversale, date de șablon, cu avansul longitudinal al căruciorului, tăișul cuțitului va descrie o traiectorie corespunzătoare profilului piesei de prelucrat.

La mașinile de frezat prin copiere, prelucrarea semifabricatelor se realizează prin conducerea mișcărilor de avans ale mașinii după un șablon. Executat la aceeași scară cu piesa finită sau la o scară redusă, șablonul comandă, prin intermediul mecanismelor, cu care este prevăzută mașina, mișcările de avans ale mașinii, procedeu permițînd prelucrarea celor mai complicate piese. Mașinile de frezat prin copiere pot lucra după două principii de funcționare: fără sistem de urmărire și cu sistem de urmărire.

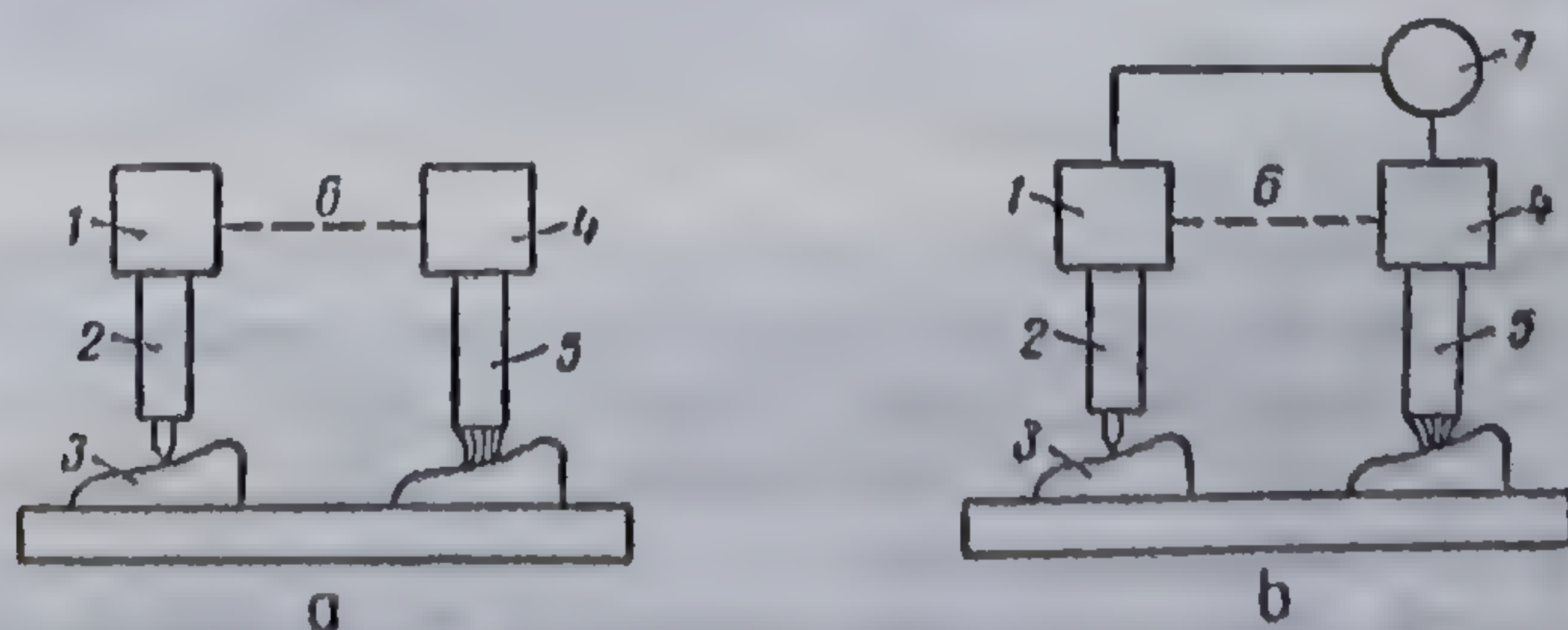


Fig. 17.7. Schemele de principiu ale mașinilor de frezat, prin copiere.

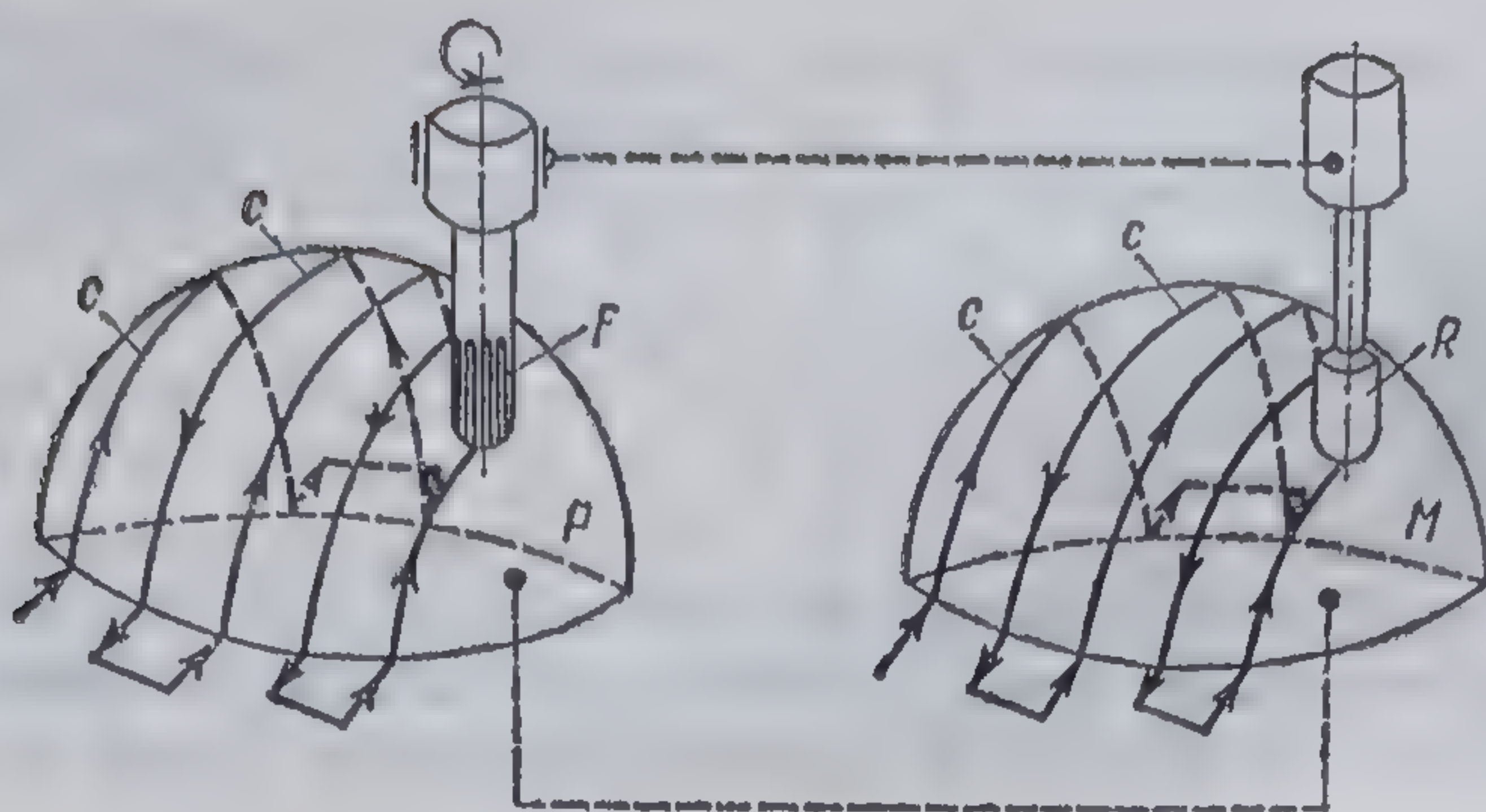


Fig. 17.8. Prelucrarea suprafețelor curbe în spațiu:
F — freză; R — palpator; P — piesă; M — model; C — curbe plane.

La mașinile de frezat prin copiere fără sistem de urmărire (fig. 17.7, a) legătura dintre capul de copiat 1 și palpatorul 2, în contact permanent cu șablonul 3, pe de o parte, și capul de frezat 4, împreună cu freza 5, pe de altă parte, se realizează cu legăturile mecanice 6.

La mașinile de frezat prin copiere cu sistem de urmărire (fig. 17.7, b) capul de copiat este prevăzut cu un sistem sensibil de urmărire. Poziția pe care șablonul o dă palpatorului face ca acesta să coordoneze, prin intermediul dispozitivului de acționare 7, poziția sculei. Indicațiile palpatorului date de profilul șablonului pot fi transmise sculei așchietoare în mod diferit după principiul adoptat pentru construcția sistemului de urmărire. Astfel, acționarea sistemului de urmărire se poate executa hidraulic, electric, fotoelectric, electrohidraulic, pneumohidraulic sau pneumoelectric. Adoptarea unuia dintre aceste sisteme pentru realizarea urmăririi duce la o serie de caracteristici constructive ale mașinii de frezat prin copiere.

Mașinile de frezat prin copiere cu sistem de urmărire permit prelucrarea unor piese de configurație complicată, cu suprafețe spațiale (fig. 17.8) cu unghiuri de înclinație mari, iar presiunea de contact dintre palpator și șablon este mult mai redusă, în comparație cu mașinile de frezat prin copiere fără sistem de urmărire.

La prelucrarea suprafețelor profilate cu ajutorul șabloanelor pe mașinile de frezat există următoarele situații bazate pe mișcările șablonului și ale piesei de prelucrat:

a) *Mișcarea de translație pentru piesă și șablon* este specifică mașinilor de frezat și rabotat. Schema constructivă este reprezentată în figura 17.9 în care: 1 este șablonul, 2 palpatorul, 3 sania pentru mișcare longitudinală, 4 sania pentru deplasare verticală, 5 piesa și 6 sania pentru deplasarea transversală.

b) *Mișcarea de rotație pentru piesă și șablon* este caracteristică strungurilor și mașinilor de frezat. În figura 17.10 este reprezentată o mașină de frezat care poate prelucra piese cu profil circular pe baza acestui procedeu de lucru în care: 1 este semifabricatul, 2 șablonul, 3 rola, 4 batiul, 5 sania, 6 cutia de viteze și 7 freza.

c) *Mișcarea de translație pentru șablon și de rotație pentru piesă* se poate realiza pe mașinile de frezat și la strunguri. În figura 17.11 este

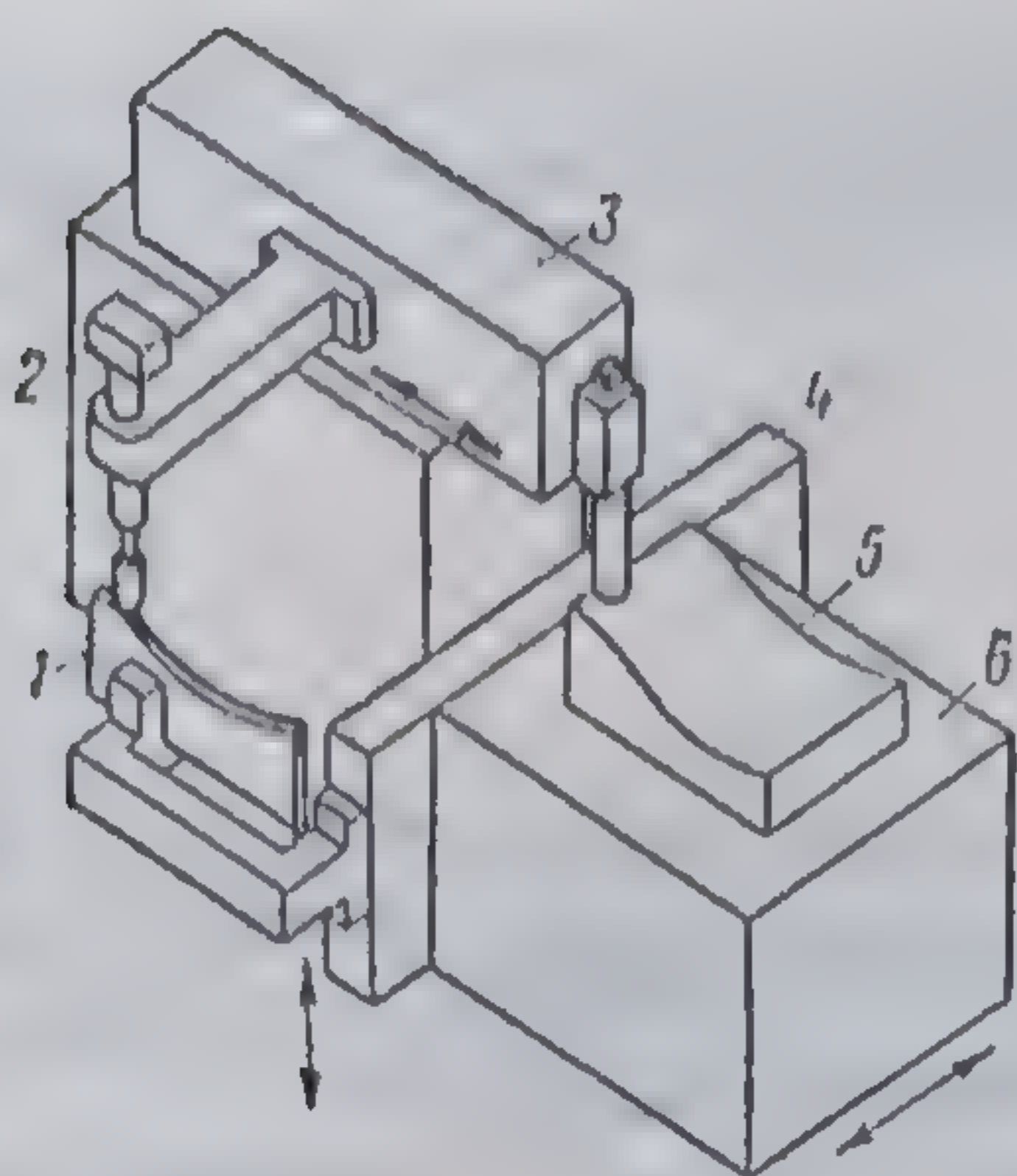


Fig. 17.9. Formarea suprafeței profilate prin mișcarea de translație a șablonului și a piesei.

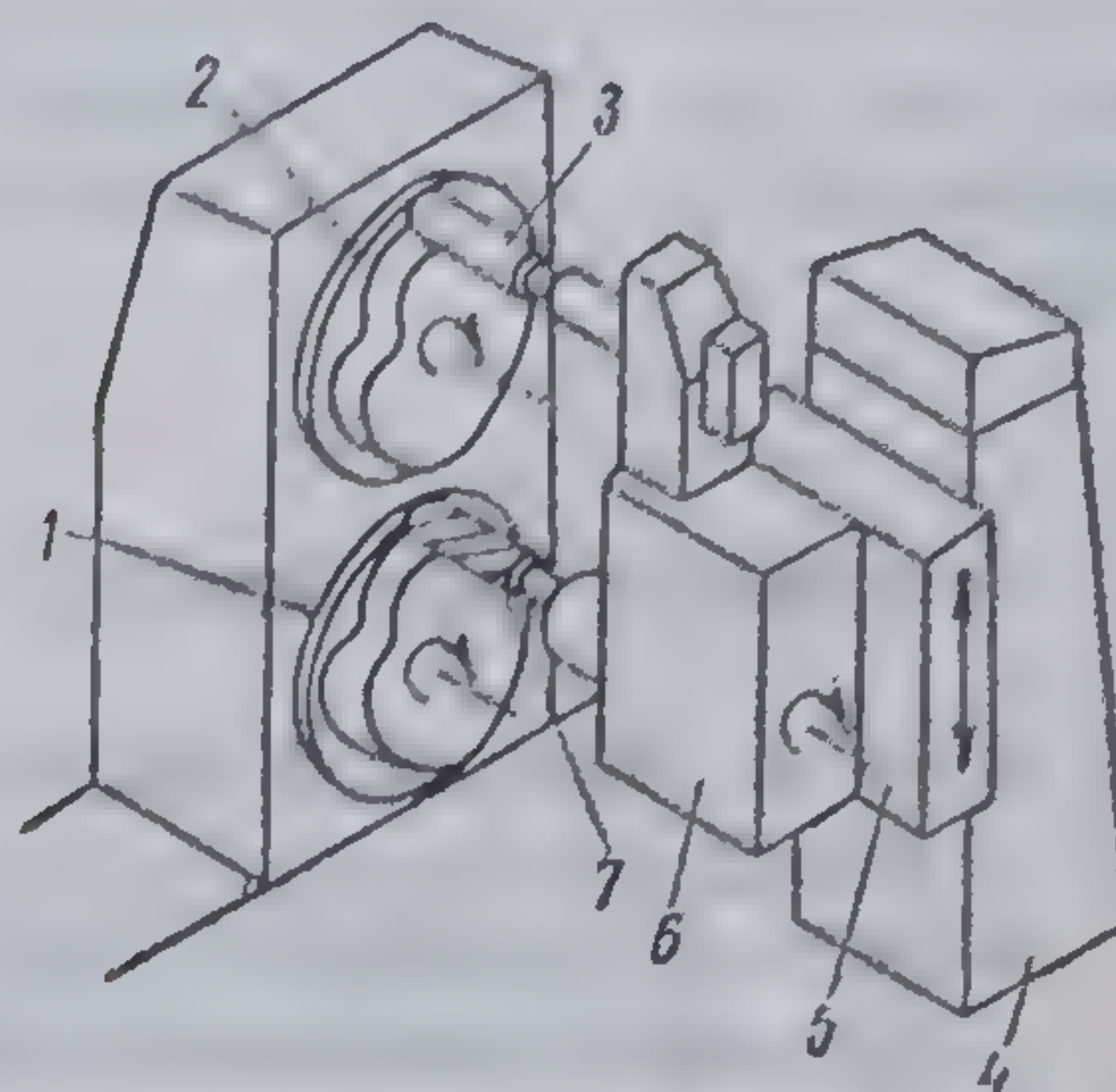


Fig. 17.10. Obținerea suprafețelor profilate cu mișcare de rotație a șablonului și a piesei.

reprezentat cazul folosirii unui șablon sub forma unei rigle înclinate cu ajutorul căruia se frezează un contur după spirala lui Arhimede.

a) Mișcarea de rotație pentru șablon și de translație pentru piesă se realizează pe mașini de frezat și pe mașini de rabotat. La folosirea acestui procedeu de prelucrare se asigură o anumită legătură cinematică între viteza de deplasare a mesei și viteza de rotație a șablonului.

Suprafețele profilate obținute prin procedeele prezentate rezultă cu o stare a suprafeței corespunzătoare rugozității $R_a = 6,3 \dots 1,6 \mu\text{m}$. În cazul copierii hidraulice și electronice, gradul de netezime a suprafețelor este mai ridicat.

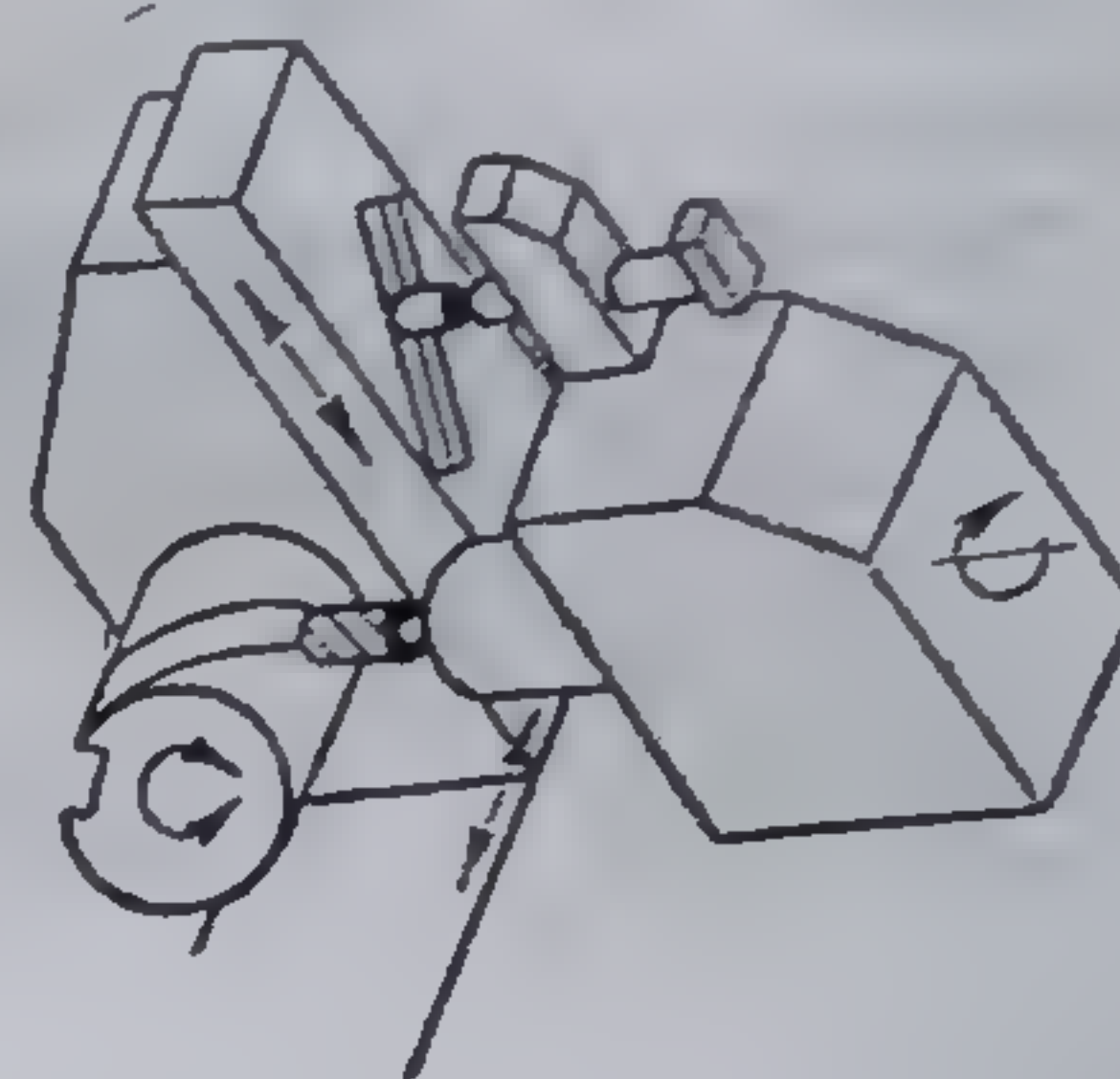


Fig. 17.11. Prelucrarea suprafețelor profilate cu mișcare de translație a șablonului și de rotație a piesei.

4. CONTROLUL EXECUȚIEI SUPRAFEȚELOR PROFILATE

Prin controlul suprafețelor profilate se urmărește aspectul rugozității suprafeței, precizia dimensională a profilului și abaterile de poziție a suprafețelor.

Rugozitatea suprafeței se controlează prin folosirea mostrelor de rugozitate. Controlul dimensional se face cu ajutorul mijloacelor de măsurat universale sau cu șabloanele.

Poziția suprafețelor se verifică cu ajutorul dispozitivelor speciale.

5. MĂSURI DE TEHNICĂ A SECURITĂȚII MUNCII LA PRELUCRAREA SUPRAFEȚELOR PROFILATE

La prelucrarea suprafețelor profilate, în funcție de metoda și mașina-unealtă folosită, trebuie respectate toate regulile de tehnică a securității muncii specifice diferitelor prelucrări. În special când se prelucurează anu-

mite profiluri cu ajutorul copierului, acesta din urmă trebuie să fie foarte bine fixat, iar mașina-unealtă să fie astfel reglată încât să permită deplasarea ușoară a sculei în direcțiile necesare, în vederea realizării profilului dorit.

VERIFICAREA CUNOȘTINȚELOR

1. Să se arate tipurile de scule profilate întrebuințate la prelucrarea prin strunjire a suprafețelor profilate, precum și modul de lucru al acestor scule.
2. Care sînt tipurile de dispozitive de copiat mai des folosite la prelucrarea suprafețelor profilate pe mașini-unelte și deosebiriile dintre ele?
3. Să se arate modul de realizare a suprafețelor profilate pe mașinile de frazat prin copiere.

PRELUCRAREA PIESELOR CU MAI MULTE AXE ȘI A PIESELOR CU SUPRAFEȚE CONCENTRICE

În construcția de mașini se întâlnesc piese ale căror suprafețe de revoluție au diferite axe de simetrie, cum sînt: piesele de tipul excentricelor, arborilor excentrici, arborilor cotiți etc. Tehnologia de prelucrare a acestor piese este determinată de tipul, dimensiunea piesei și caracterul producției. Pentru producția în serie mare și în masă se vor folosi pentru prelucrări mașini speciale, iar pentru producția de unicate la strunguri se vor adopta dispozitive, cu ajutorul cărora să se poată efectua prelucrarea.

1. TEHNOLOGIA DE PRELUCRARE A PIESELOR DE TIPUL EXCENTRICELOR

Excentricele sub formă de discuri sau de arbori sînt caracterizate obișnuit prin existența a două suprafețe cilindrice cu două axe paralele așezate la distanțe nu prea mari. La aceste piese trebuie să se asigure paralelismul axelor și a suprafețelor cilindrice și perpendicularitatea suprafețelor plane pe ax.

În cazul producției individuale și de serie mică prelucrarea se execută pe strunguri normale sau carusel. La producția în serie mare și în masă, execuția se face pe mașini multipoziționale.

a. Prelucrarea discurilor excentrice

Construcția acestor piese este foarte diferită. Pentru exemplificare, se consideră piesa din figura 18.1, a la care alezajul este excentric numai față de suprafața corespunzătoare diametrului d_1 . În acest caz, prelucrarea poate începe fie prin executarea suprafeței exterioare față de care alezajul este concentric, fie prin executarea alezajului și a suprafeței frontale. Suprafața excentrică se prelucrează la fixarea a două, pe un dorn excentric (fig. 18.1, b).

Excentricitatea se mai poate obține și prin fixarea semifabricatului în universalul cu trei bacuri (fig. 18.1, c), intercalînd între piesă și unul din bacuri un adaus (de grosime t) care se determină cu relația:

$$t = 1,5 \cdot e \cdot \left(1 + \frac{1}{2d}\right) \text{ [mm]}, \quad (18.1)$$

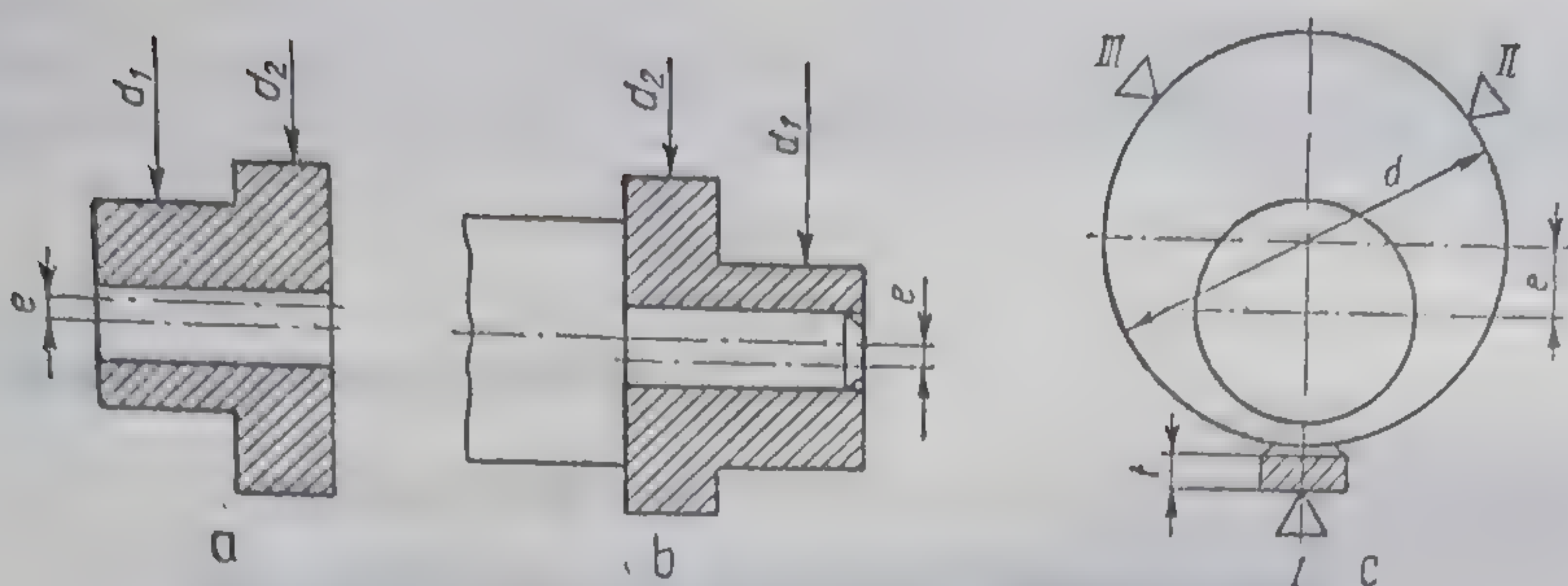


Fig. 18.1. Prelucrarea discurilor excentrice.

în care:

- e este excentricitatea piesei, în mm;
- d — diametrul de strângere, în mm.

b. Prelucrarea arborilor excentrici

Tehnologia de prelucrare a arborilor excentrici diferă după mărimea excentricității. Pentru valori mici ale acesteia, execuția se face cu prinderea piesei între vîrfuri, după executarea a două perechi de găuri de centrare la distanța e (fig. 18.2, a) și strunjirea pe rînd a suprafeței A între vîrfurile montate pe axa $O_1—O_1$, apoi prelucrarea suprafeței B prin schimbarea poziției vîrfurilor de centrare pe axa $O_2—O_2$.

În asemenea cazuri dacă excentricitatea e este atît de mare încît gaura de centrare s-ar găsi în afara suprafeței frontale cu diametrul d_1 (fig. 18.2, b), piesa este prevăzută de la început cu o flanșă F care se adaugă la lungimea piesei numai pentru a putea fi prelucrată. Dimensiunile flanșei se aleg în așa fel, încît găurile de centrare să se execute în condiții bune. După prelucrare, flanșa se îndepărtează prin strunjire, astfel că în final, piesa rămîne la lungimea ei prescrisă în desenul de execuție.

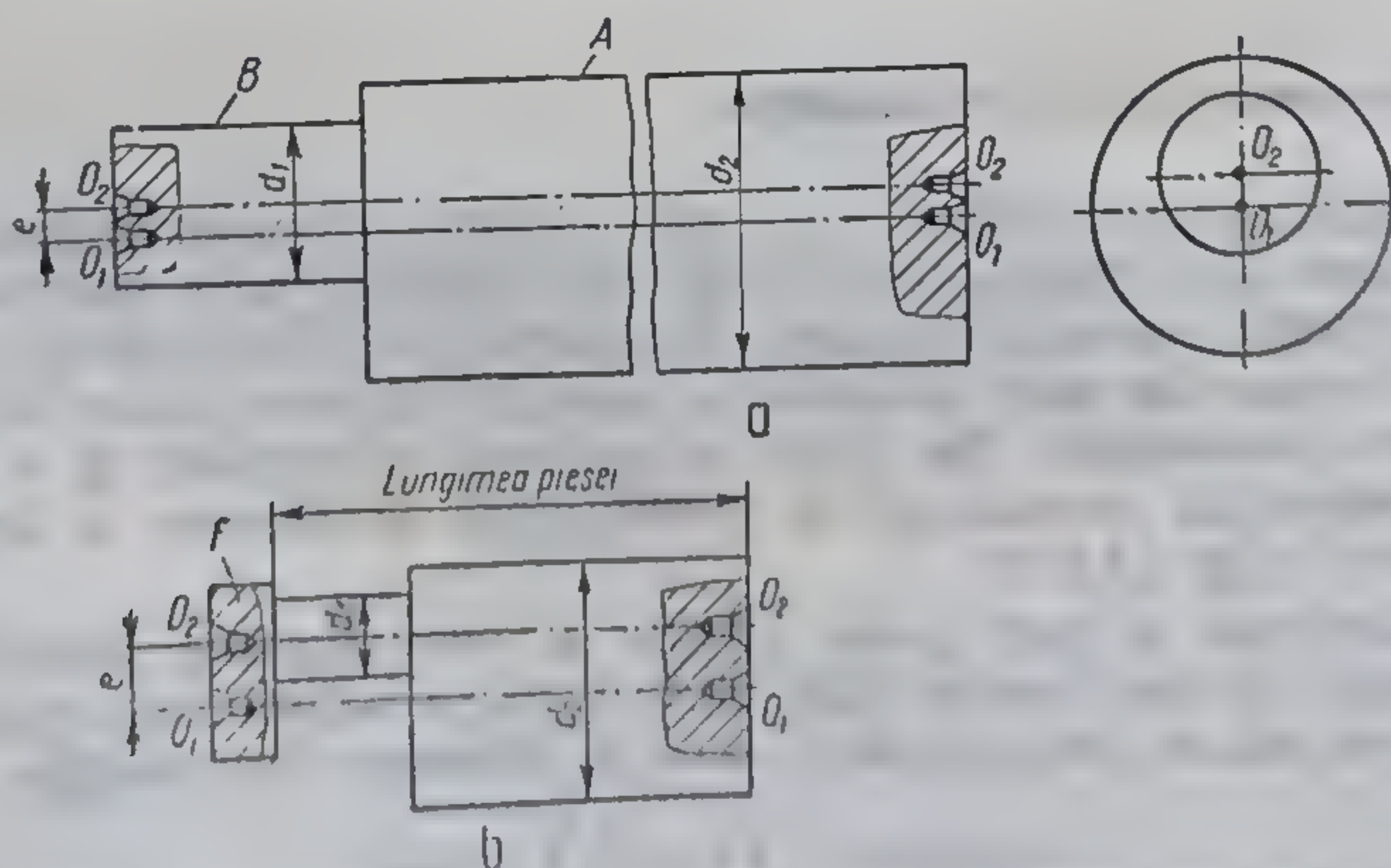


Fig. 18.2. Prelucrarea unui arbore cu excentricitate mică.

2. TEHNOLOGIA DE PRELUCRARE A ARBORILOR COTIȚI

Arborii cotați au rolul de a transforma mișcarea alternativă în mișcare de rotație, și invers. Elementele principale ale arborelui cotaț sunt următoarele: fusurile paliere, manetoanele și brațele manetoanelor (fig. 18.3).

În procesul de fabricare a arborilor cotați sunt utilizate următoarele semifabricate: forjate (liber sau matrițate), turnate sau sudate. Materia-

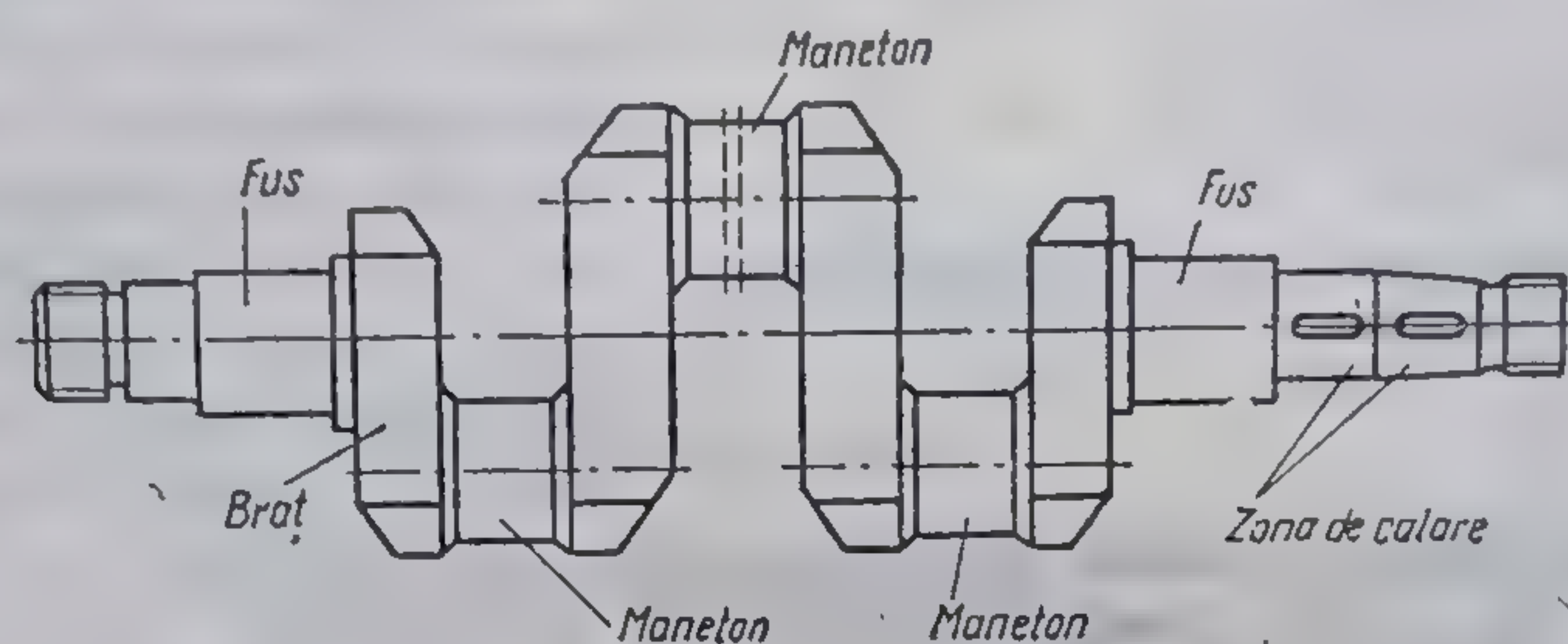


Fig. 18.3. Părțile principale ale arborelui cotaț.

lele folosite la executarea arborilor cotați se aleg în funcție de gradul de încărcare al arborilor și de dimensiunile lor.

La prelucrarea arborilor cotați se întâmplă unele greutăți deoarece aceștia au o rigiditate mică și se cere o precizie de prelucrare foarte bună. În scopul evitării încovoierii, datorită greutății proprii, a forțelor

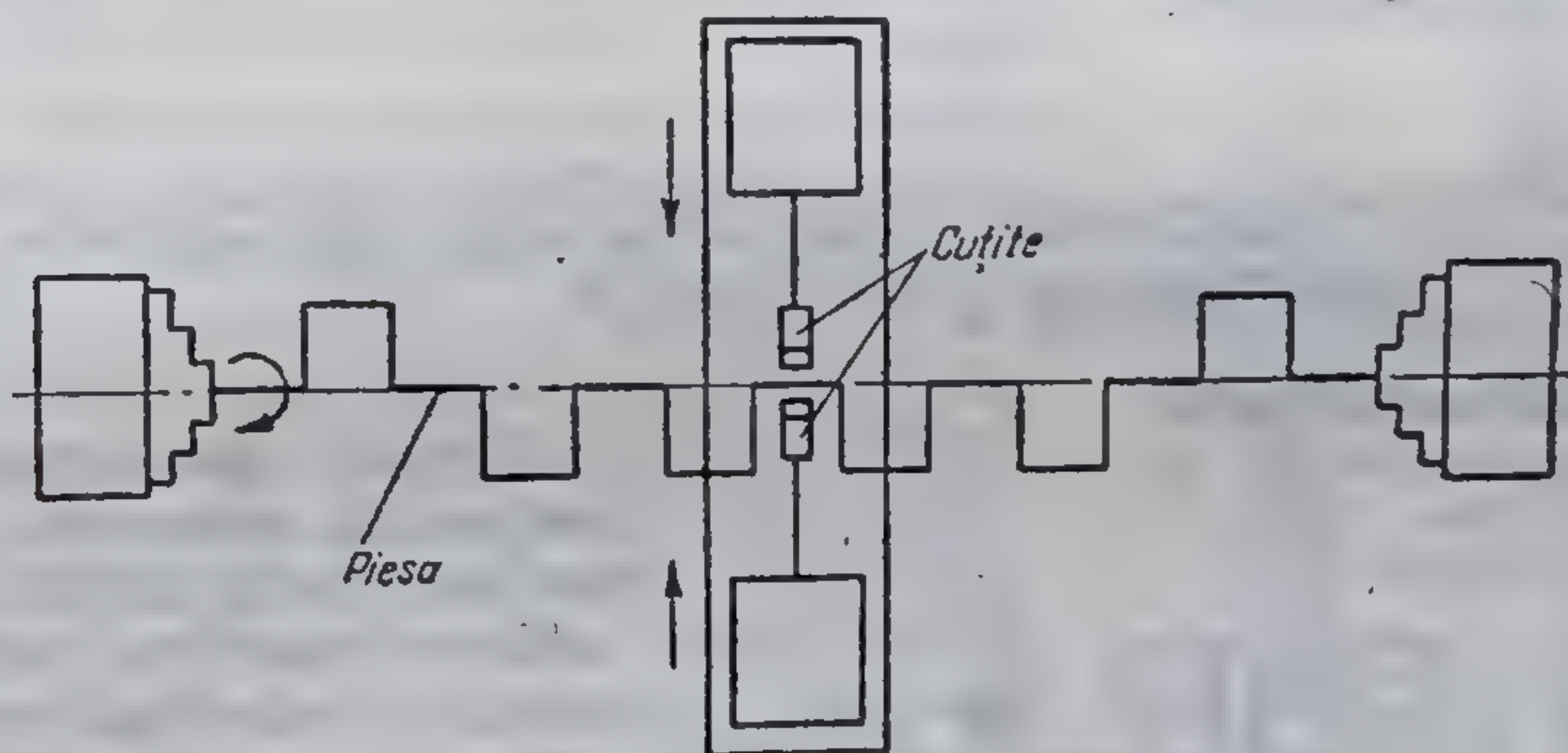


Fig. 18.4. Prelucrarea arborilor cotați prin acționarea la ambele capete.

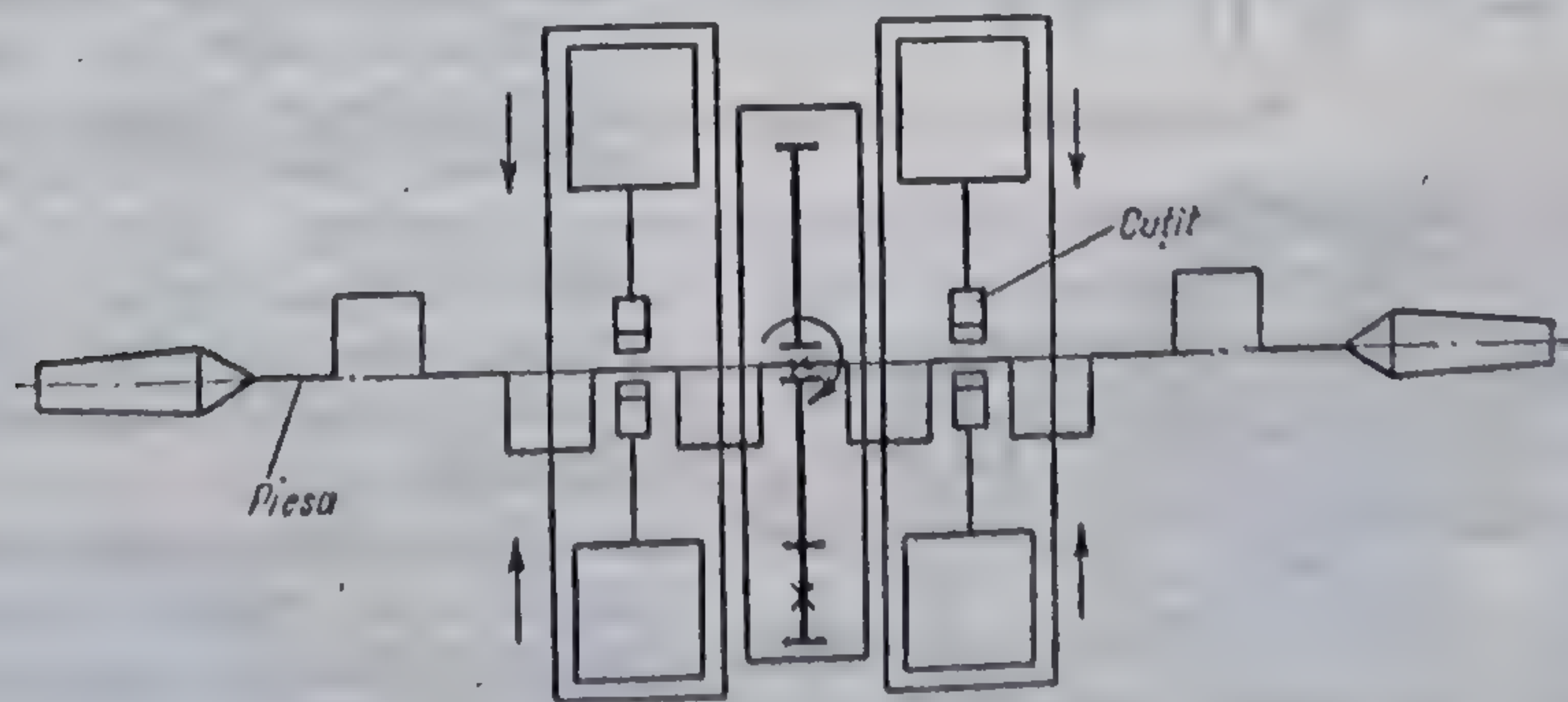


Fig. 18.5. Prelucrarea arborilor cotați prin acționare centrală.

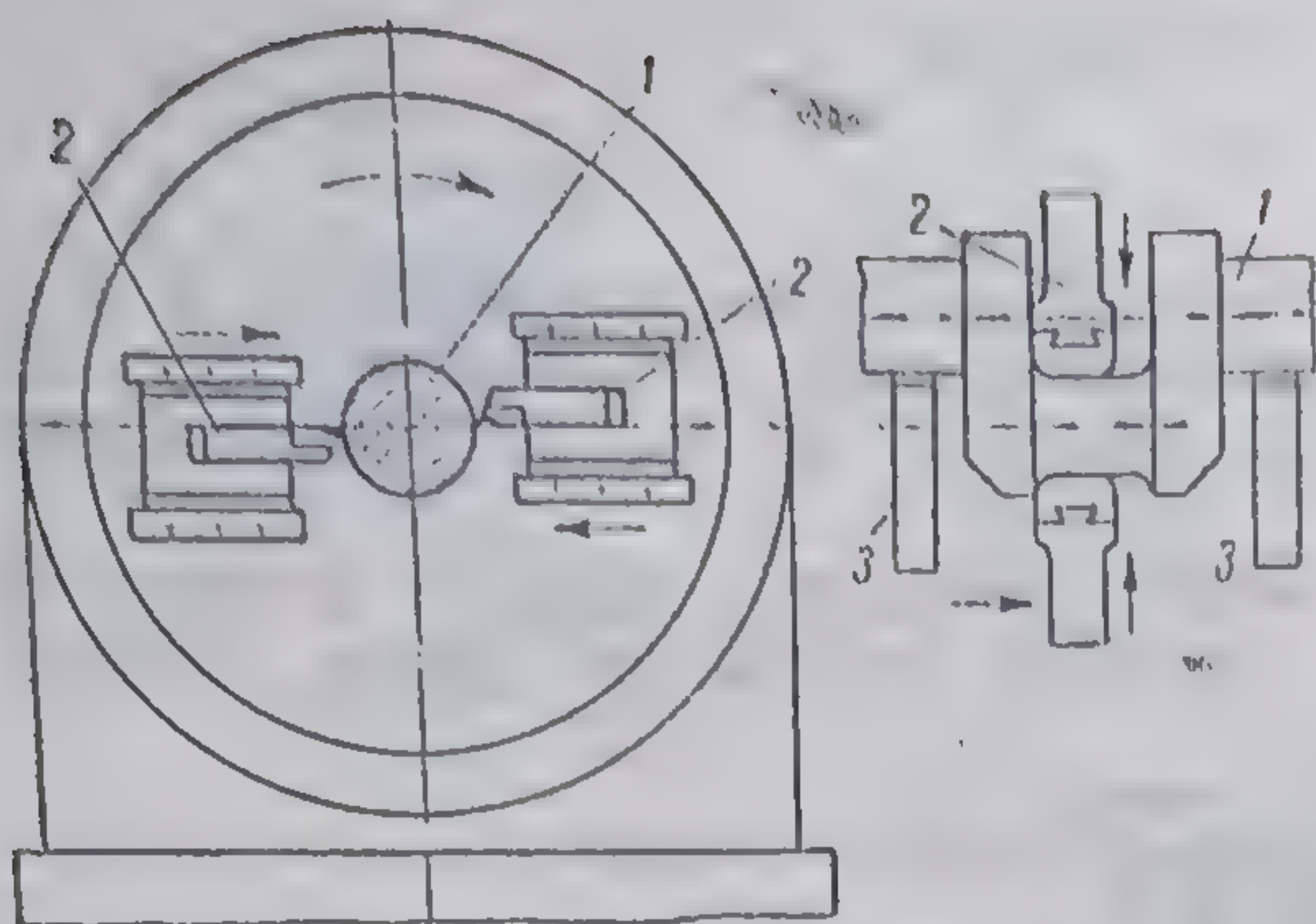


Fig. 18.6. Principiul de lucru al strungurilor cu cuțite rotative pentru prelucrat arbori cotiți.

de așchiere și a forțelor de strângere între vîrfuri, fixarea trebuie să se facă pe mai multe reazeme. Pentru evitarea torsionării, acționarea în mișcarea de rotație se va face de la ambele capete (fig. 18.4) sau de la mijloc (fig. 18.5), scurtîndu-se astfel lungimea supusă torsionării.

Operația de strunjire a arborilor cotiți se execută pe strunguri speciale prevăzute cu dispozitive de prindere și antrenare și cu suporturi speciale pentru cuțite. Aceste tipuri de strunguri permit prelucrarea simultană a două manetoane sau

a două fusuri paliere, avînd suporturi portcuțite anterioare și posterioare (fig. 18.4 și fig. 18.5). Pentru arborii de dimensiuni mari, se folosesc strunguri cu cuțite rotitoare (fig. 18.6). Piesa 1 se fixează în suporturile 3, iar cuțitele 2 descriu o mișcare de rotație în jurul fusului palier sau a manetonului se prelucurează și o mișcare de avans longitudinal.

Rectificarea fusurilor paliere se execută cu arborele prins între vîrfuri (fig. 18.7, a) iar la rectificarea manetoanelor, piesa se așază pe fusurile paliere externe (fig. 18.7, b), într-un dispozitiv care permite deca-larea axei fusurilor paliere față de axa de rotație a mașinii, cu o mărime egală cu raza manivelei.

3. PRELUCRAREA PIESELOR DE TIPUL BUCȘELOR, DISCURILOR ȘI FLANȘELOR

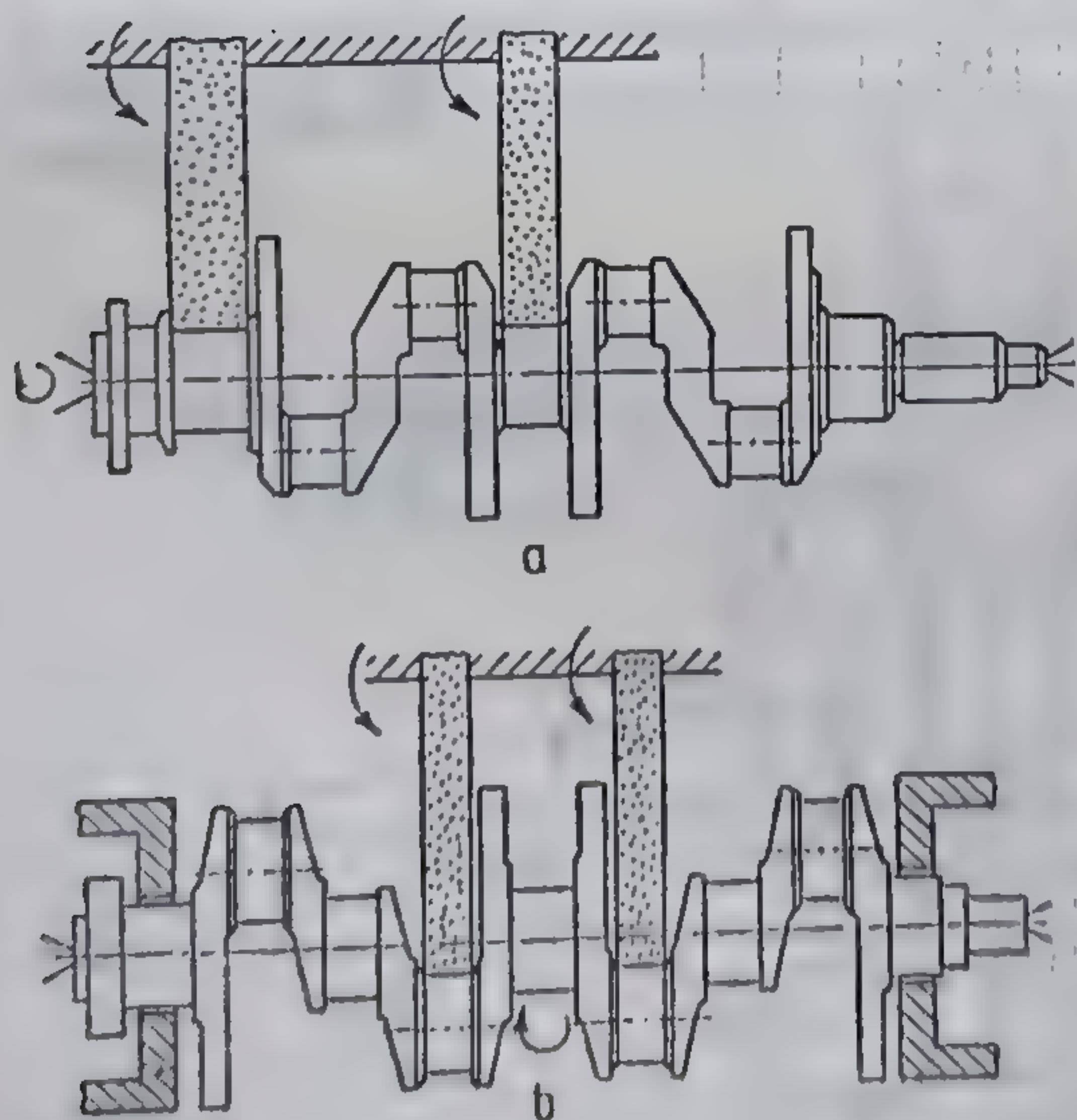


Fig. 18.7. Rectificarea arborilor cotiți.

Pieșele din această categorie conțin suprafețe prelucrate de formă cilindrică și plană. În vederea ușurării stabilirii procesului tehnologic ce trebuie aplicat, este necesar să se grupeze aceste pieșe după forma și dimensiunile lor. Astfel, se disting: pieșe la care lungimea l este mai mică decît diametrul d al suprafeței cilindrice exterioare ($l < d$) și pieșe la care lungimea este cuprinsă între un diametru și trei diametre ($d < l < 3d$).

Din prima grupă fac parte pieșele de tipul discurilor și inelelor, iar din cea de a doua, pieșele de tipul bucșelor.

a. Tehnologia de prelucrare a pieselor de tipul bucșelor

Tehnologia de prelucrare se alege ținându-se seama de dimensiunea și forma piesei, de semifabricatul folosit, de precizia de prelucrare care se cere și de caracterul producției. Ca semifabricate pentru bucșele de diametru pînă la 60 mm se folosesc bare laminate, prelucrarea executîndu-se pe strunguri revolver, semiautomate sau automate.

Pentru dimensiuni mai mari se folosesc semifabricate turnate, forjate sau presate.

Prelucrarea se execută pe strunguri paralele, revolver, carusel sau pe mașini de alezat orizontale. La producția în serie mare și în masă se folosesc mașini cu mai multe cutite și cu mai mulți arbori.

Cînd se aleg barele ca semifabricate, toate suprafețele se prelucrează dintr-o singură prindere. Dacă semifabricatele sînt turnate sau forjate, operațiile de prelucrare se execută din mai multe prinderi. Operațiile realizate la prima prindere trebuie să asigure precizia de prindere pentru operațiile următoare.

O precizie ridicată se obține dacă se prelucrează mai întîi alezajul și o suprafață frontală, acestea servind apoi ca baze tehnologice pentru prelucrarea suprafeței exterioare A și a celeilalte suprafețe frontale B (fig. 18.8).

O problemă mai dificilă apare la prelucrarea unor bucșe cu pereți subțiri. Precizia de prelucrare se poate realiza numai dacă se iau măsuri prin care să se evite deformarea piesei la fixare sau în timpul prelucrării. Pentru fixare se folosesc fălci care cuprind o suprafață mare (fig. 18.9). Rezultate bune se pot obține și prin strunjirea simultană a celor două suprafețe cilindrice interioare și exterioare (fig. 18.9, b).

b. Tehnologia de prelucrare a discurilor și flanșelor

Aceste tipuri de piese sînt caracterizate prin diferența mare dintre diametru și lungime. Din această cauză, prelucrarea prin fixarea pe dorn este mai dificilă deoarece se produc momente de răsucire mari. Dacă diametrele sînt mai mici, prelucrarea pe dorn este posibilă, asigurîndu-se o bună concentricitate a suprafețelor (fig. 18.10). Ca și în cazul bucșelor, semifabricatele pot fi: laminate (pentru dimensiuni pînă la circa 60 mm), turnate sau forjate.

Procesul de prelucrare trebuie să înceapă întotdeauna cu crearea unor suprafețe care se vor folosi ca baze tehnologice pentru prindere. De exem-

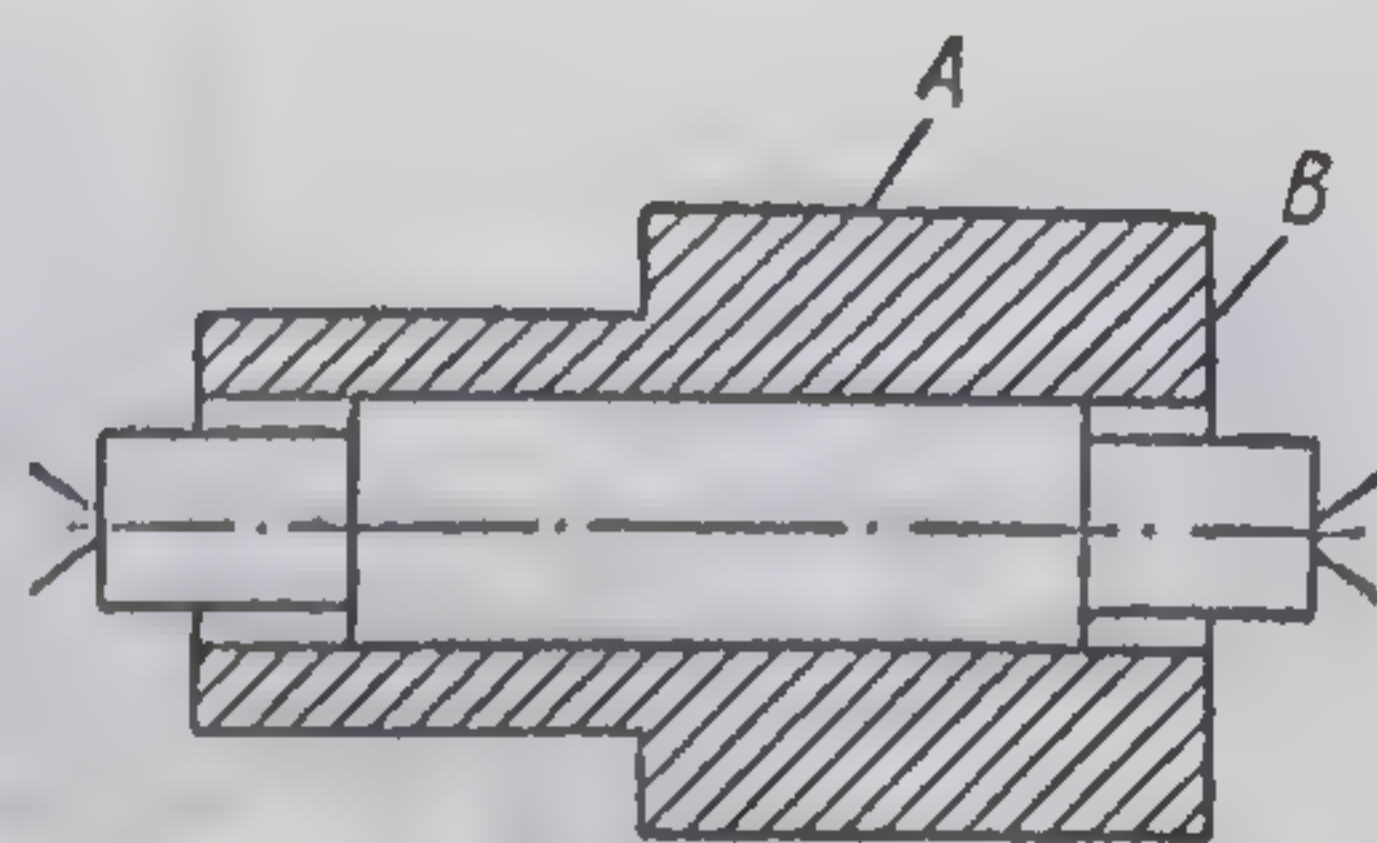


Fig. 18.8. Strunjirea la finisare.

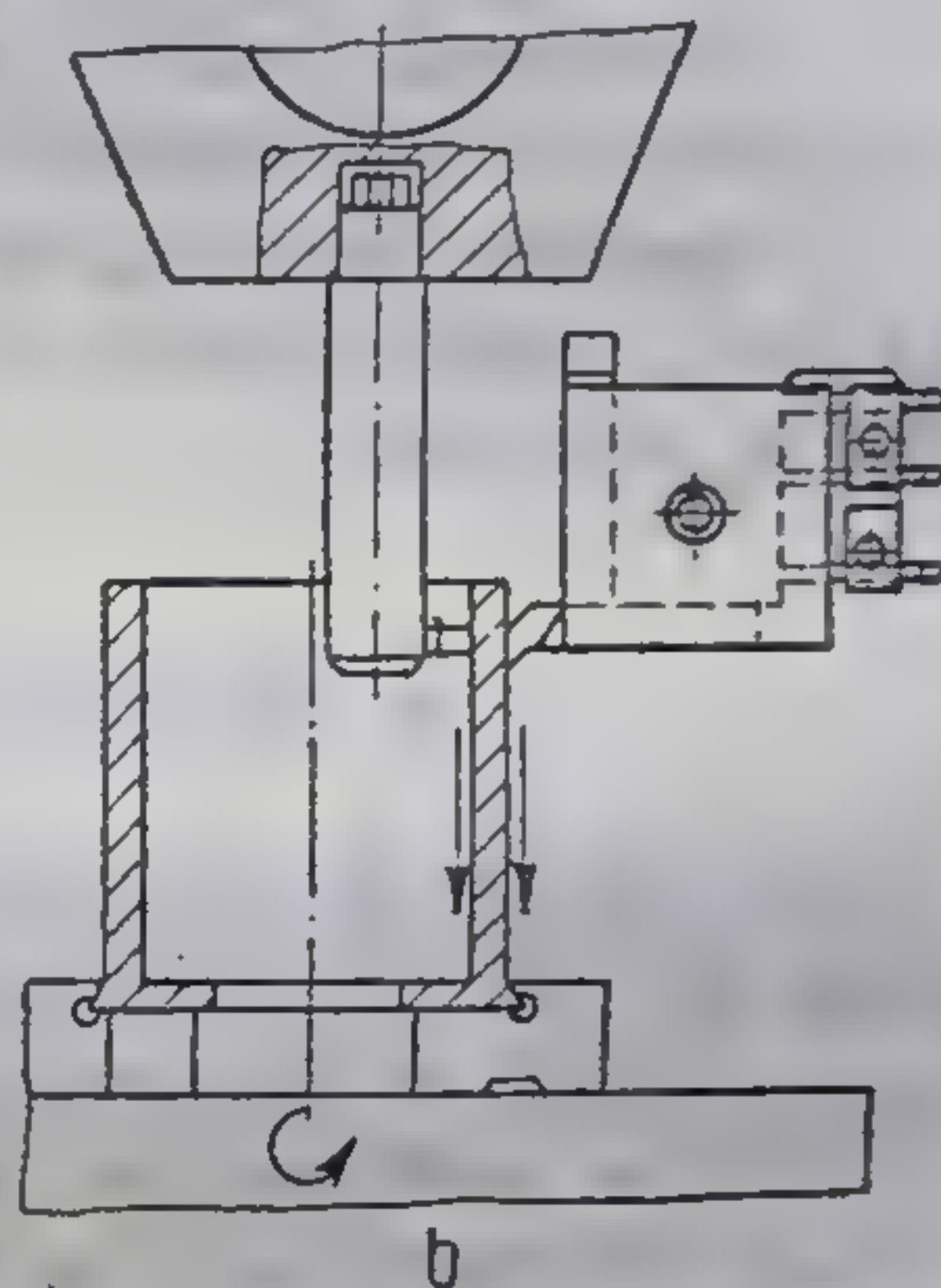
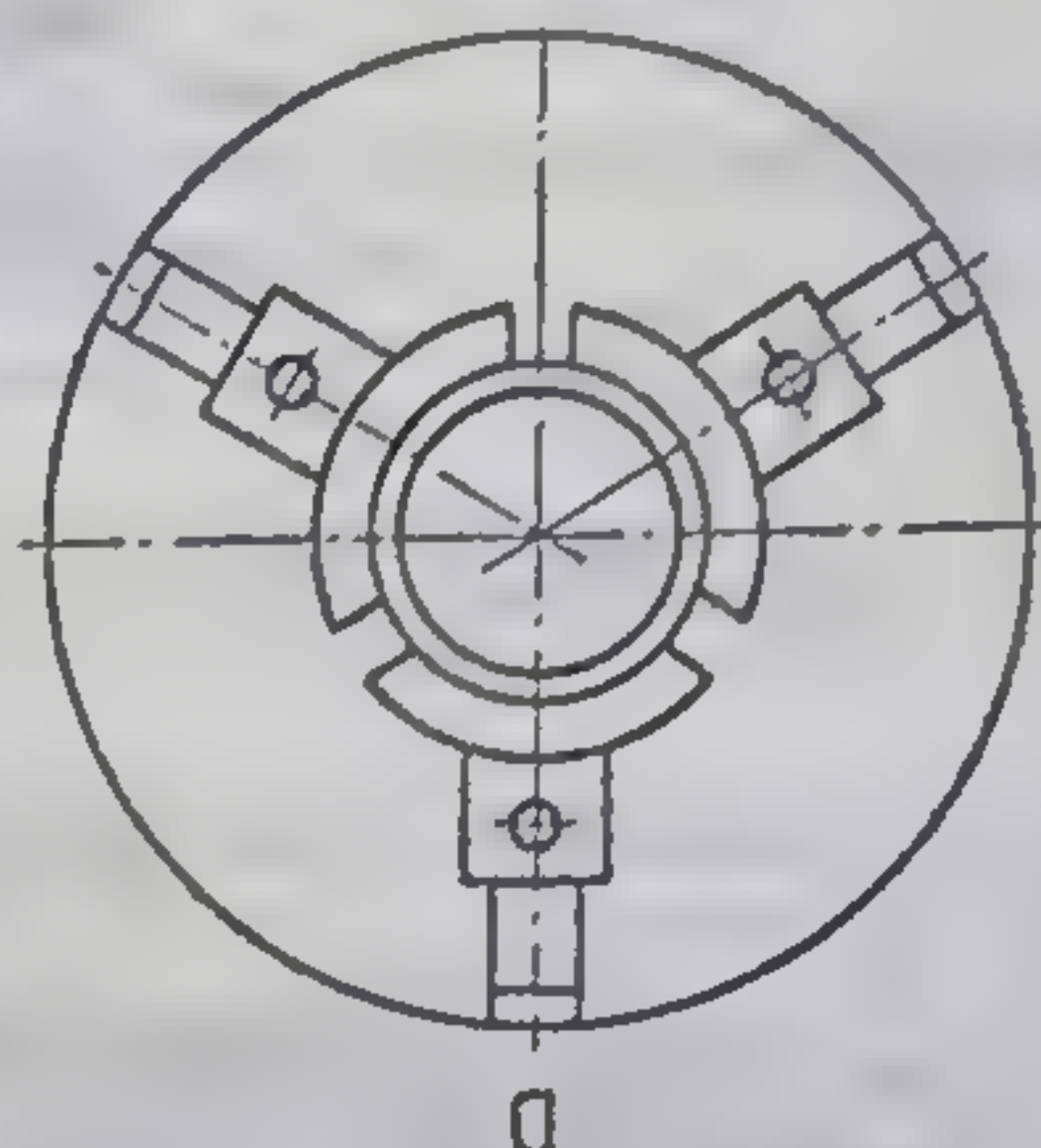


Fig. 18.9. Prinderea bucșelor cu pereți subțiri în vederea prelucrării.

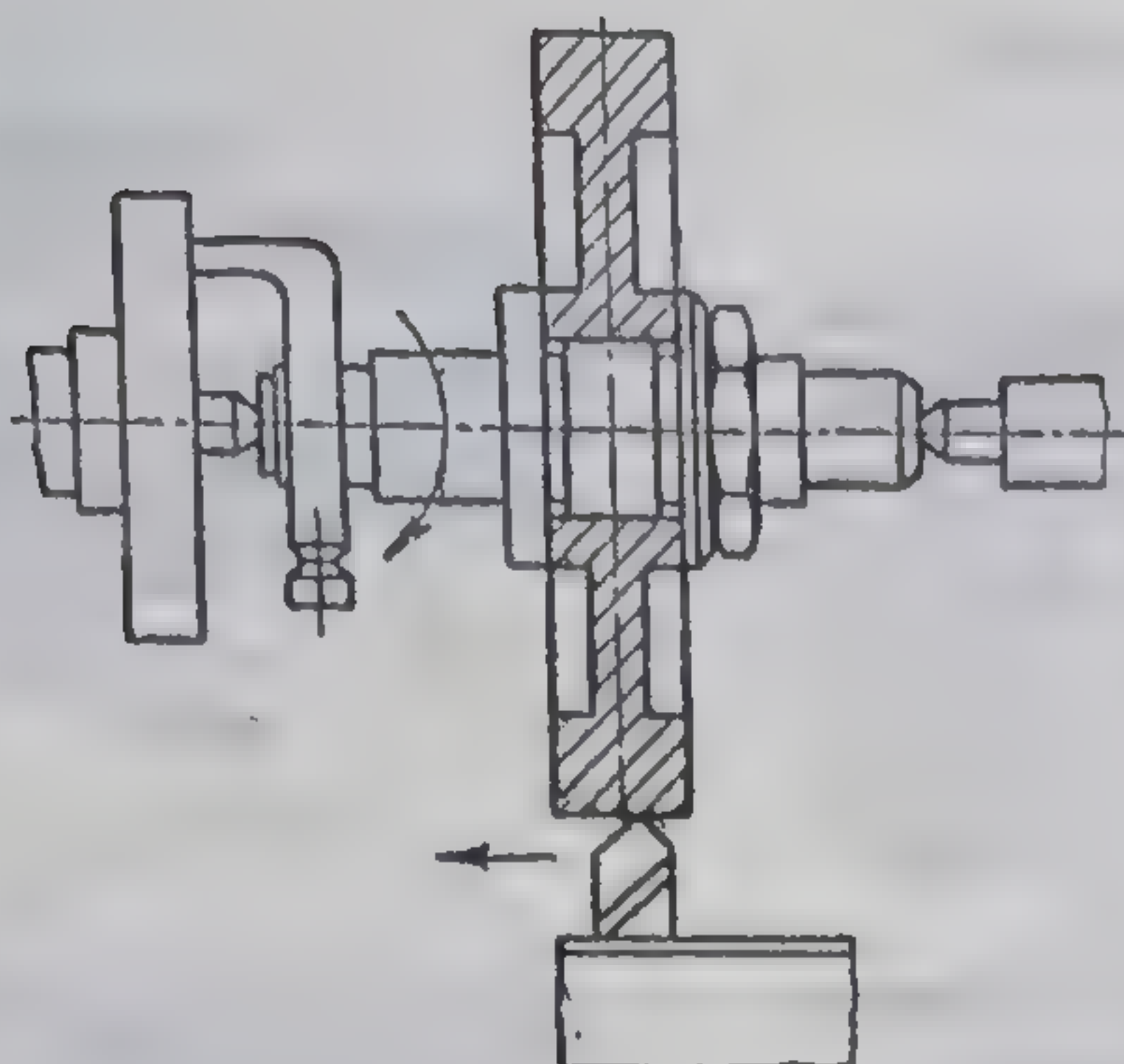


Fig. 18.10. Prinderea unui disc pe dorn.



Fig. 18.11. Disc.

plu, prelucrarea unui disc (fig. 18.11) obținut prin turnare comportă următoarele operații:

— la prima prindere se execută suprafața frontală 1 și parțial suprafața exterioară 2;

— la cea de a doua prindere se prelucurează cealaltă suprafață frontală 3 și parțial suprafața cilindrică exterioară 4;

— pentru operația de prelucrare a canalului exterior 5 discul se prinde din nou, folosindu-se altă bază tehnologică. Din aceeași prindere se execută și alezajul 6.

4. TEHNOLOGIA DE PRELUCRARE A SEGMENTILOR

Segmentii de piston sînt piese de dimensiuni mici, cu o formă simplă și cu un rol deosebit de important. Rolul funcțional al segmentului este de a realiza o etanșeitate corespunzătoare între piston și cilindru, de a transmite căldura de la piston la cilindru și de a colecta și îndepărta uleiul din camera de ardere.

Materialele cele mai folosite sînt: fonta cenușie perlito-sorbitică cu grafit lamelar, cu sau fără elemente de aliere, și fonta modificată cu structură perlitică, cu grafit nodular, cu sau fără elemente de aliere. Aceste materiale răspund în mod corespunzător cerințelor ce trebuie să fie îndeplinite de segmenti în timpul funcționării și anume: coeficient mic de frecare, rezistență la uzură și la coroziune, elasticitate bună care să se mențină și la temperaturile de lucru și conductivitate termică cît mai ridicată.

Segmentii se obțin din semifabricate sub formă de bușe turnate sau turnați individuali.

a. Prelucrarea segmentilor din semifabricate turnate sub formă de bușe

La semifabricatul turnat sub formă de bușă se aplică operația de strunjire de degroșare la exterior și la interior, după care se procedează la debitarea segmentilor (fig. 18.12) cu unul sau mai multe cuțite. Apoi urmează operația de rectificare a suprafețelor plane și executarea fantei

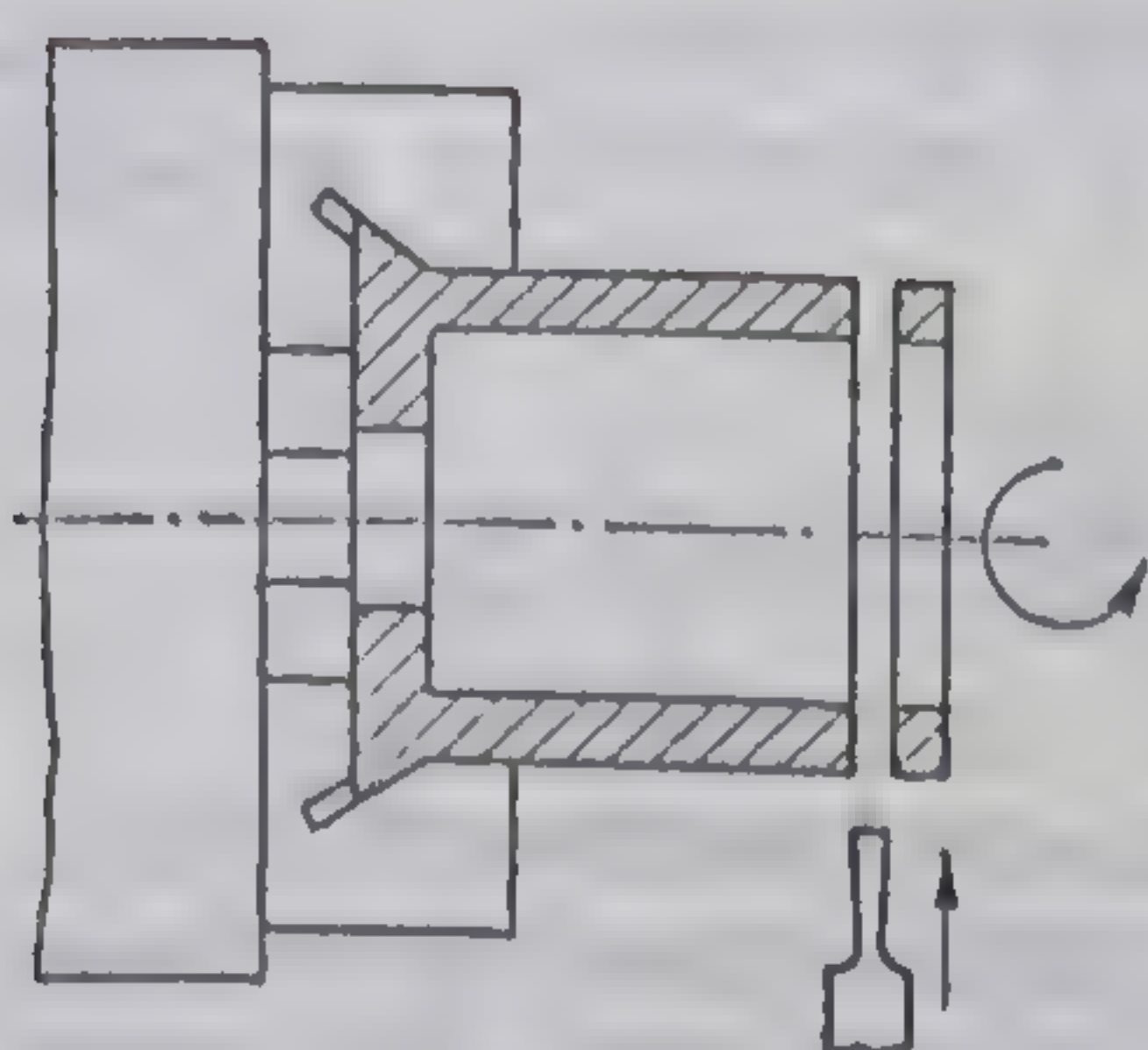


Fig. 18.12. Debitarea inelelor.

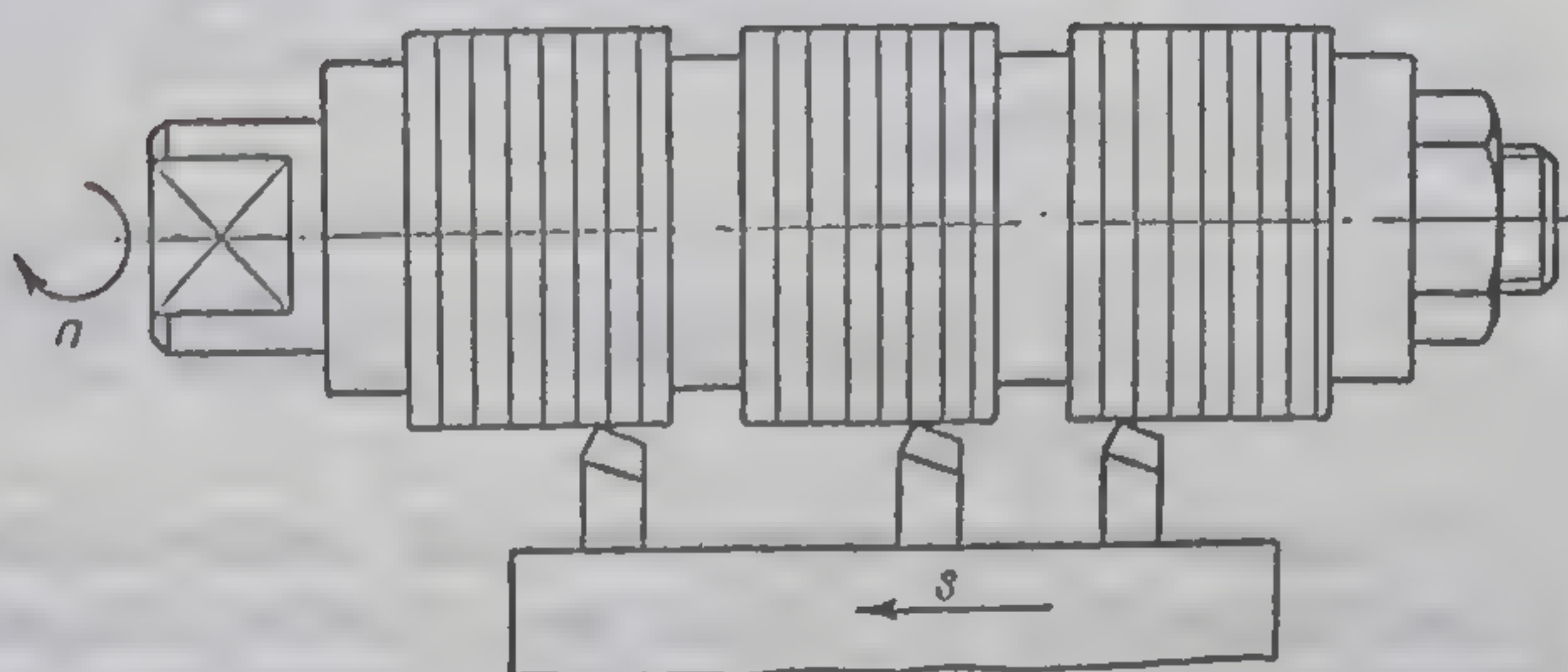


Fig. 18.13. Dispozitiv pentru strunjirea exterioară a segmentelor.

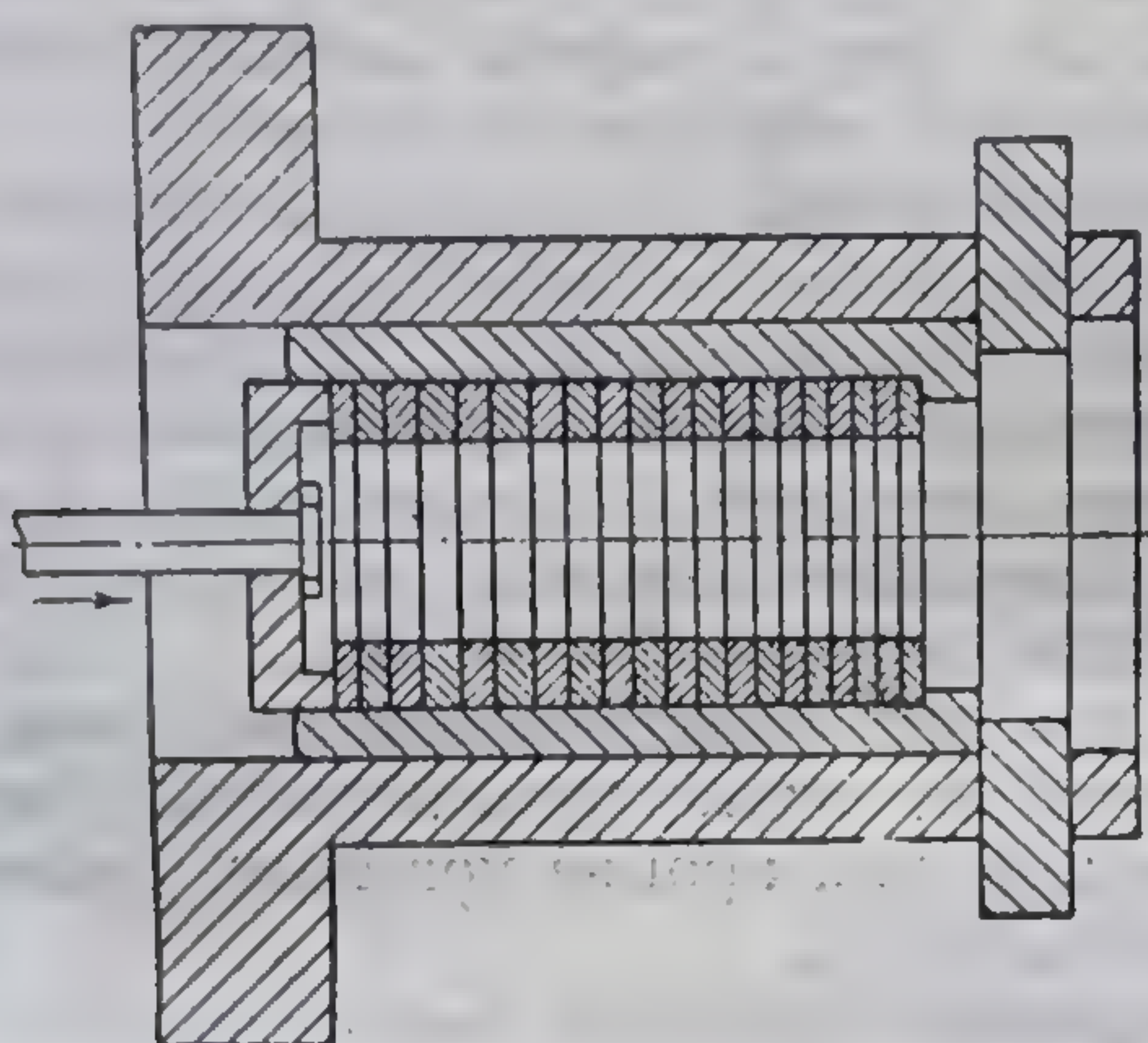


Fig. 18.14. Dispozitiv pentru prelucrarea interioară a segmentelor.

la o mașină de frezat. După tratamentul termic se execută prelucrarea de finisare a suprafeței cilindrice exterioare (fig. 18.13) și respectiv a suprafeței cilindrice interioare (fig. 18.14).

b. Prelucrarea segmentelor turnați individual

În acest caz, prelucrarea începe cu rectificarea de degroșare a suprafețelor plane, pe o mașină de rectificat plan, prin care se îndepărtează un adaos de circa 0,1—0,2 mm pe fiecare parte.

Urmează un tratament termic de detensionare, după care se execută rectificarea de finisare. La finisare trebuie să se obțină un paralelism al celor două suprafețe de $2,5 \mu\text{m}$ și o rugozitate $R_a = 0,8 \dots 0,4 \mu\text{m}$. Deoarece segmentii au forma ovală, operația de strunjire exterioară se execută cu ajutorul unui dispozitiv de strunjire prin copiere (fig. 18.15).

După strunjirea exterioară se execută fanta, folosindu-se în acest scop un dispozitiv special. Strunjirea interioară se execută simultan la mai mulți segmenti folosindu-se un dispozitiv.

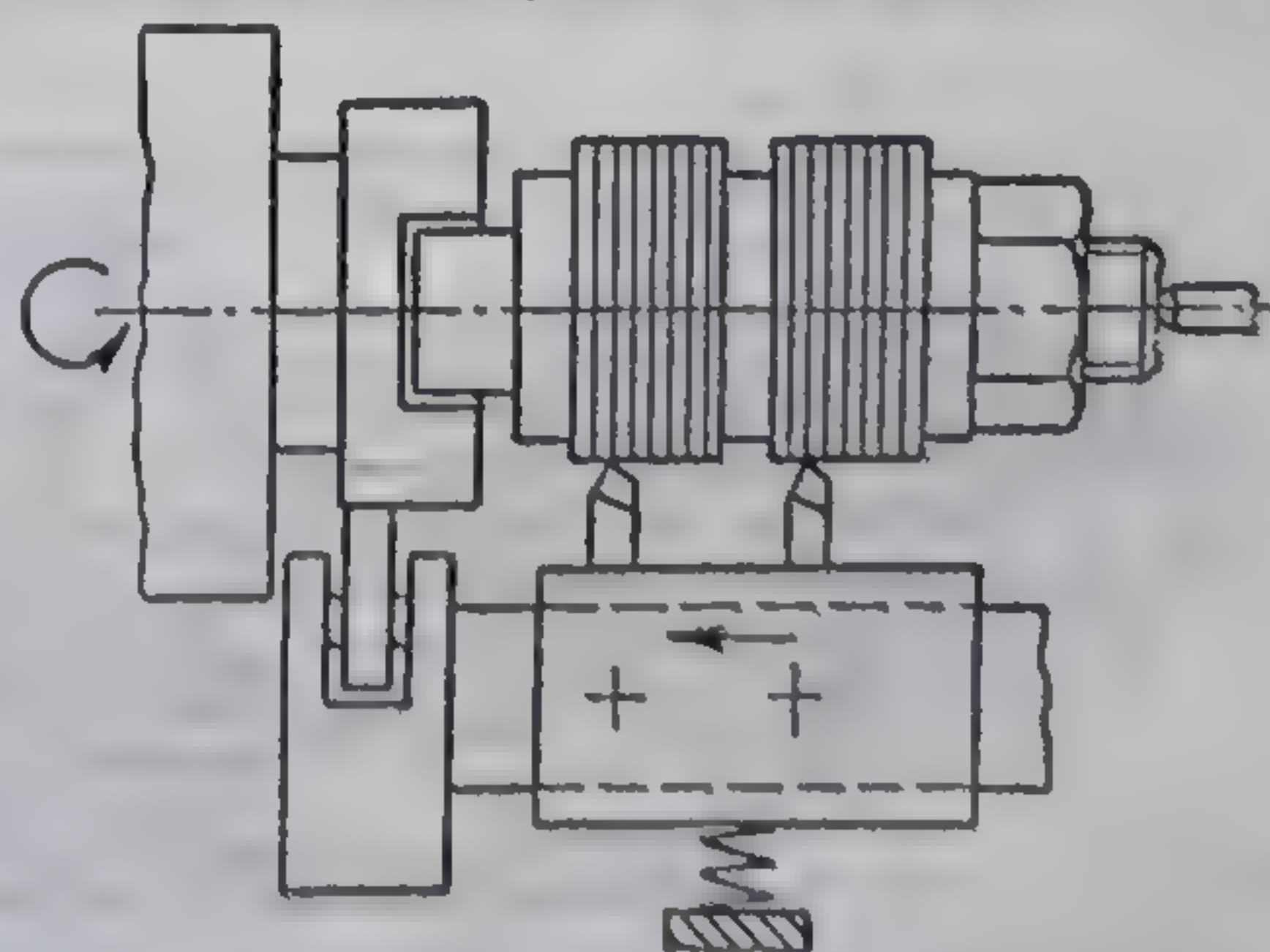


Fig. 18.15. Strunjirea exterioară a segmentelor prin copiere.

Operația de finisare se execută în același mod ca și operația de degroșare. După obținerea formei geometrice corecte a segmentului urmează calibrarea tăieturii.

5. PRELUCRAREA PIESELOR DE TIPUL PISTOANELOR

Pistoanele sînt piese care prin natura condițiilor de funcționare impun o înaltă precizie de prelucrare. Pentru micșorarea forțelor de inerție masa pistoanelor trebuie să fie mică, fapt care face ca acestea să aibă pereți subțiri. Pistoanele se execută prin turnare din aliaj de aluminiu sau din fontă, într-o gamă mare de tipuri, impusă de domeniul lor larg de utilizare.

Pentru ca materialul să fie uniform repartizat trebuie ca suprafața exterioară și cea interioară să fie coaxiale. Axa alezajului bolțului trebuie să fie perpendiculară pe axa pistonului.

Baza tehnologică se alege în funcție de modul de turnare a semifabricatului (turnare în forme de nisip sau în forme metalice). Pentru asigurarea uniformității grosimii pereților se folosește ca bază tehnologică de fixare suprafața interioară a semifabricatului. Fixarea pistoanelor în vederea prelucrării suprafețelor cilindrice exterioare și a suprafețelor frontale se realizează cu ajutorul unui dispozitiv extensibil cu mai multe suprafețe de rezemare care asigură o bună centrare (fig. 18.16).

La pistoanele turnate în cochile, care au o uniformitate mai bună a grosimii pereților, prima operație constă în prelucrarea suprafeței frontale și a degajării de la cămașa pistonului, care apoi se vor folosi ca baze tehnologice la prelucrările ulterioare (fig. 18.17).

Sucesiunea cea mai frecventă a operațiilor aplicate în cazul prelucrării pistoanelor din aliaj de aluminiu la producția în masă este următoarea:

— strunjirea suprafețelor folosite ca baze tehnologice. Fixarea se face folosind ca bază suprafața exterioară a pistonului.

— strunjirea cilindrică exterioară, degroșarea și finisarea, strunjirea suprafeței frontale, strunjirea canalelor pentru segmenti;

— adîncirea alezajelor pentru bolț, teșirea din exterior a alezajelor, alezarea, strunjirea canalelor pentru siguranțele de blocare a bolțului;

— executarea găurilor de ungere;

— executarea tăieturilor orizontale;

— ajustarea greutății pistonului;

— rectificarea suprafeței cilindrice exterioare;

— strunjirea definitivă a alezajelor de bolț;

— retezarea adaosului de centrare.

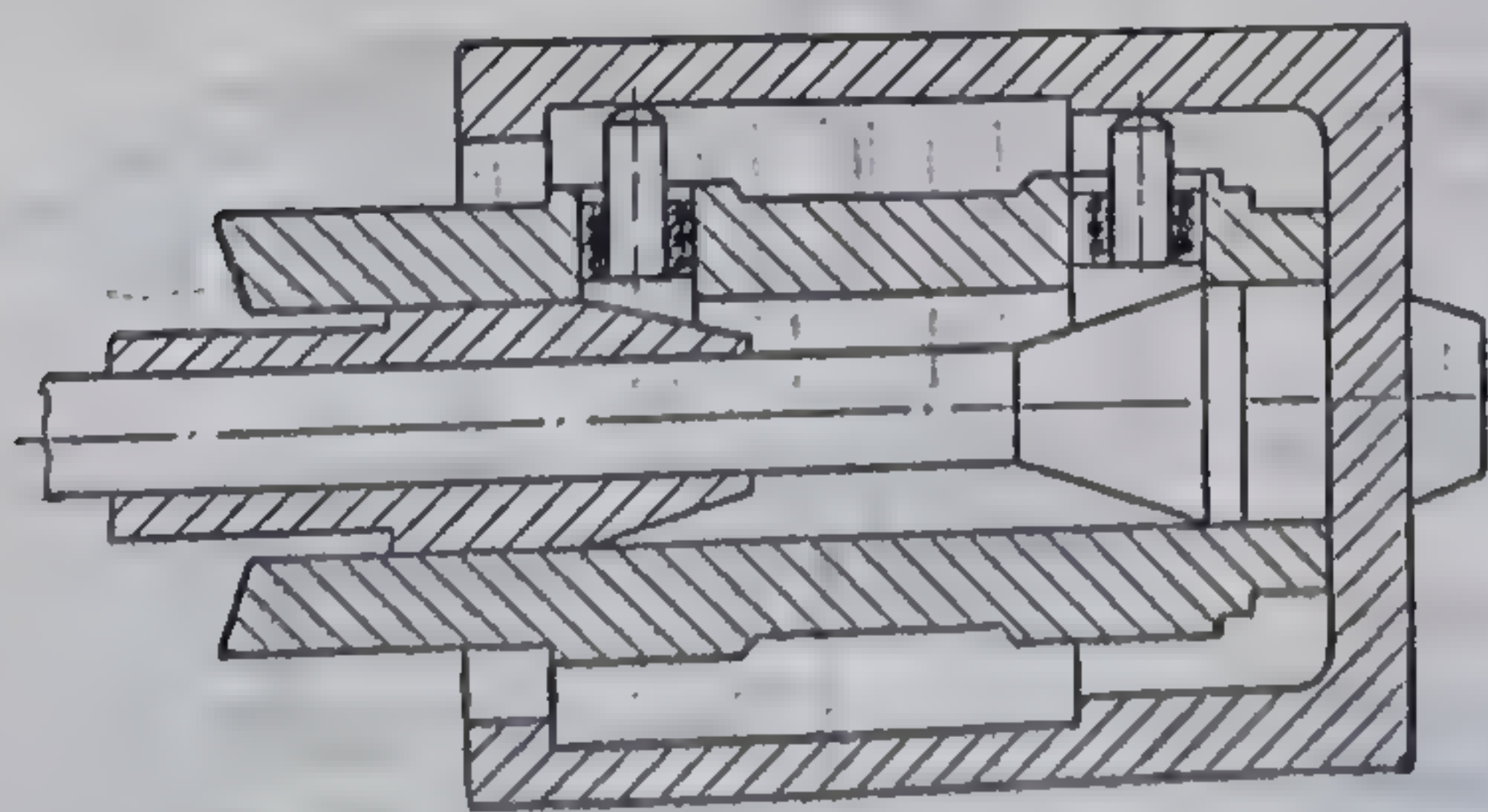


Fig. 18.16. Dispozitiv pentru fixat pistonul la prima operație.

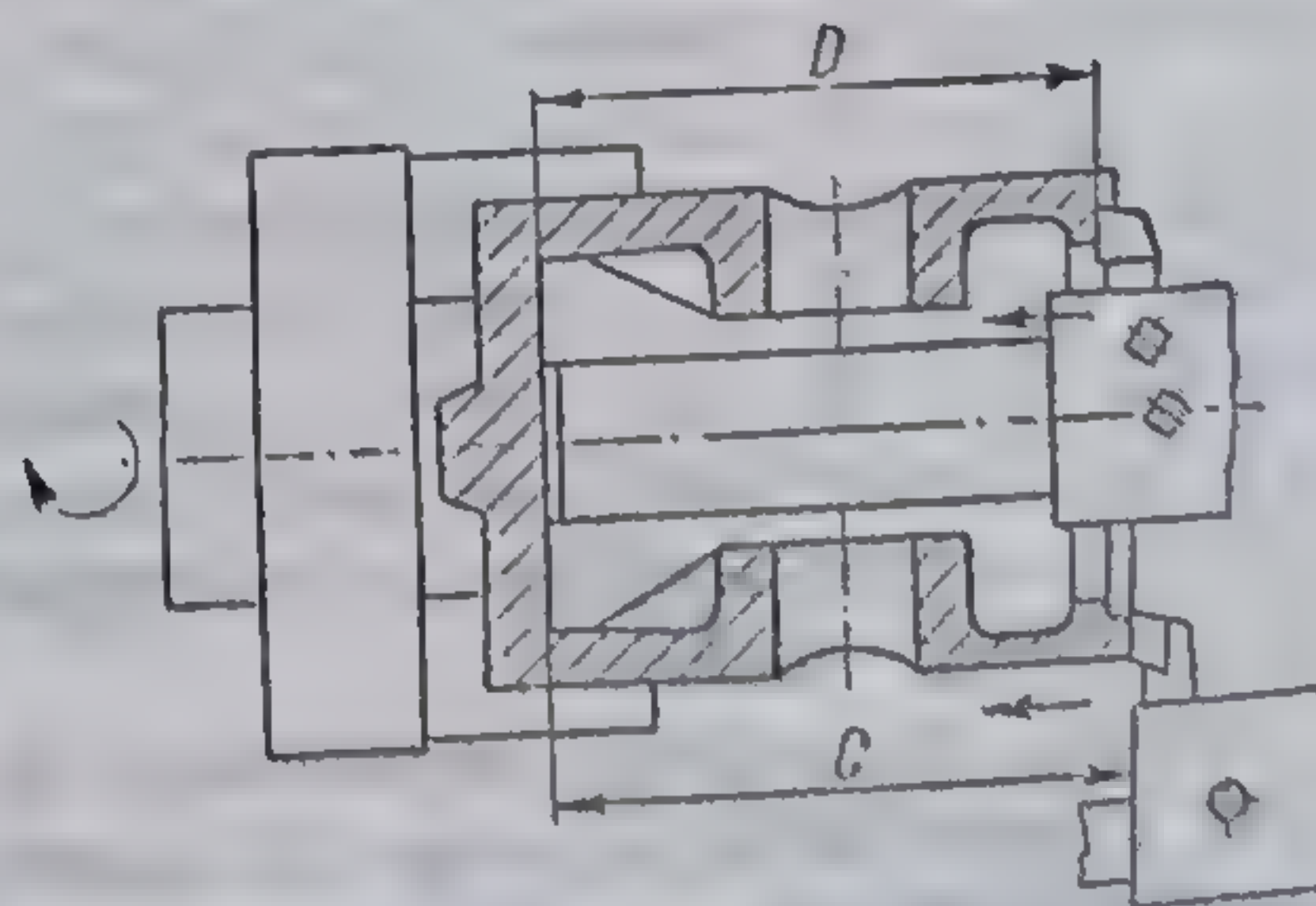


Fig. 18.17. Executarea bazei tehnologice.

6. PRELUCRAREA LAGĂRELOR

Lagărele servesc la susținerea arborilor și osiilor care se rotesc liber, precum și pentru sprijinirea altor piese care au o mișcare de rotație în jurul unei axe fixe. Din punct de vedere constructiv, lagărele cu alunecare pot fi: fixe și demontabile fără cuzineți, la care aliajul se toarnă direct în corpul piesei; fixe și demontabile cu cuzineți amovibili din oțel sau bronz, căptușiți cu aliaj antifricțiune; cu cuzineți sub formă de bucșă, care se presează în corpul piesei.

Procedeul de prelucrare este determinat de tipul cuzineților, dimensiunile, forma, materialul din care se execută, precizia care se cere și caracterul producției

a. Prelucrarea cuzineților dintr-o bucată

Cuzineții dintr-o bucată de dimensiuni mici ($\varnothing 20$ mm) se execută din bare (oțel, fontă, bronz, alamă). Pentru dimensiuni mari se folosesc semifabricate turnate sub formă de bucșe. Tehnologia de prelucrare la acești cuzineți este similară ca la prelucrarea bucșelor.

Pentru suprafețele interioare ale cuzinetului se cer condiții de precizie foarte ridicată. În exemplul care urmează se prezintă succesiunea operațiilor la prelucrarea unor cuzineți dintr-o bucată, turnați individual, în cazul unei producții în serie mare.

Prima operație este de adâncire și teșire a alezajului (fig. 18.18), utilizând ca bază de fixare suprafața cilindrică exterioară.

Prelucrarea bucșei 1 se realizează cu o sculă combinată 2 a cărei pătrundere este reglată la cota L astfel ca și teșitura să rezulte în limitele dimensiunilor prescrise. Operația a doua constă în finisarea alezajului prin broșare, pătrunderea sculei făcându-se pe partea cu teșitură. Strunjirea exterioară se execută prin fixarea cuzinetului pe dorn. Prelucrarea se realizează cu mai multe cuțite deodată, după care se execută strunjirea de finisare.

După scoaterea de pe dorn a cuzinetului se execută găurile și canalele de ungere, apoi este montat și se execută strunjirea interioară de finisare.

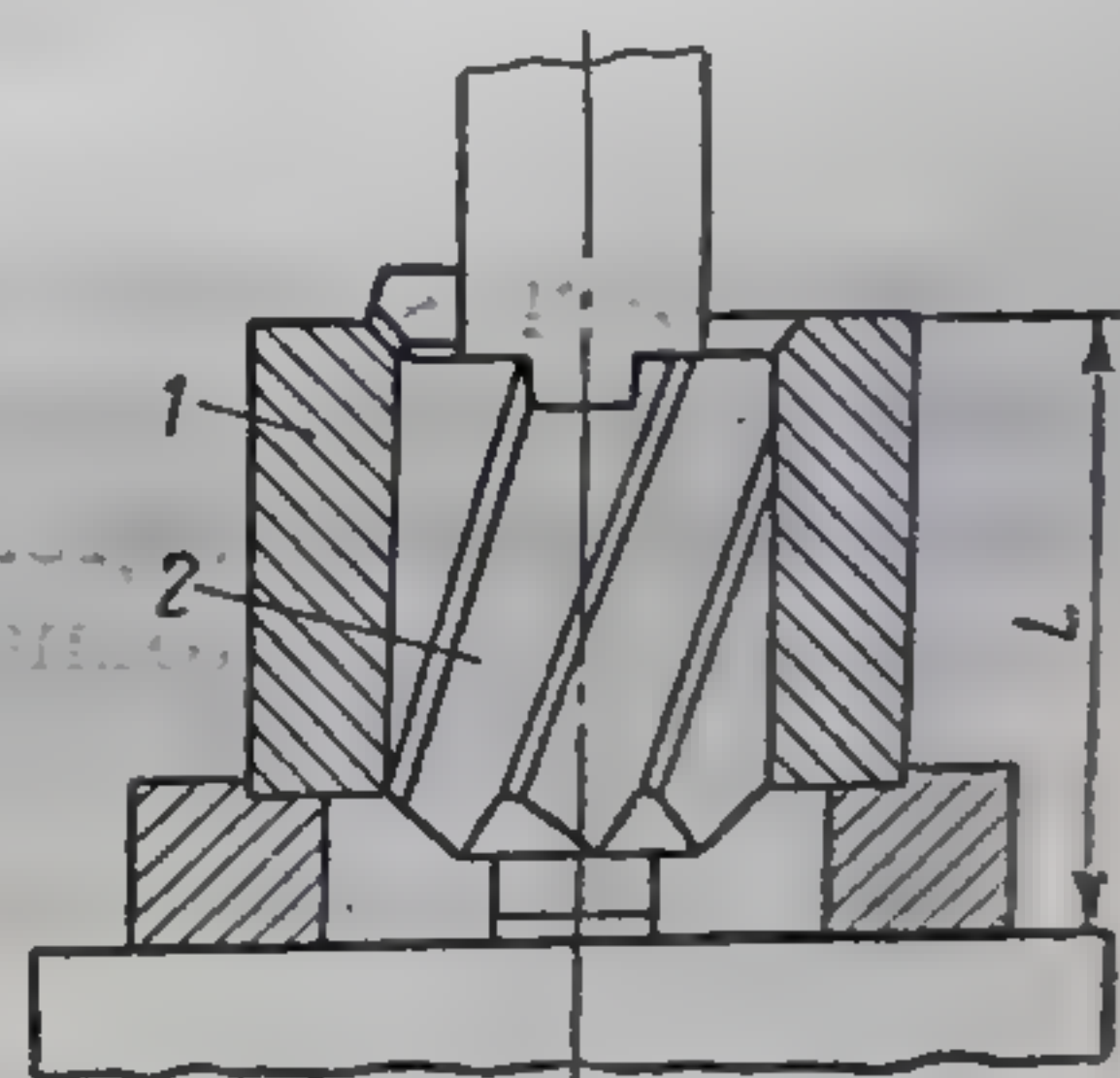


Fig. 18.18. Operație de prelucrare a cuzinetului.

b. Prelucrarea cuzineților din două bucăți

La acești cuzineți se face o distincție privind grosimea pereților. Din acest punct de vedere, cuzineții sînt cu pereți groși și cu pereți subțiri. Semifabricatele pot fi turnate din fontă, oțel, bronz etc. sau forjate din oțel. Prelucrarea cuzineților cu pereți groși începe cu prelucrarea suprafețelor plane de separație și a suprafețelor plane laterale. După această ope-

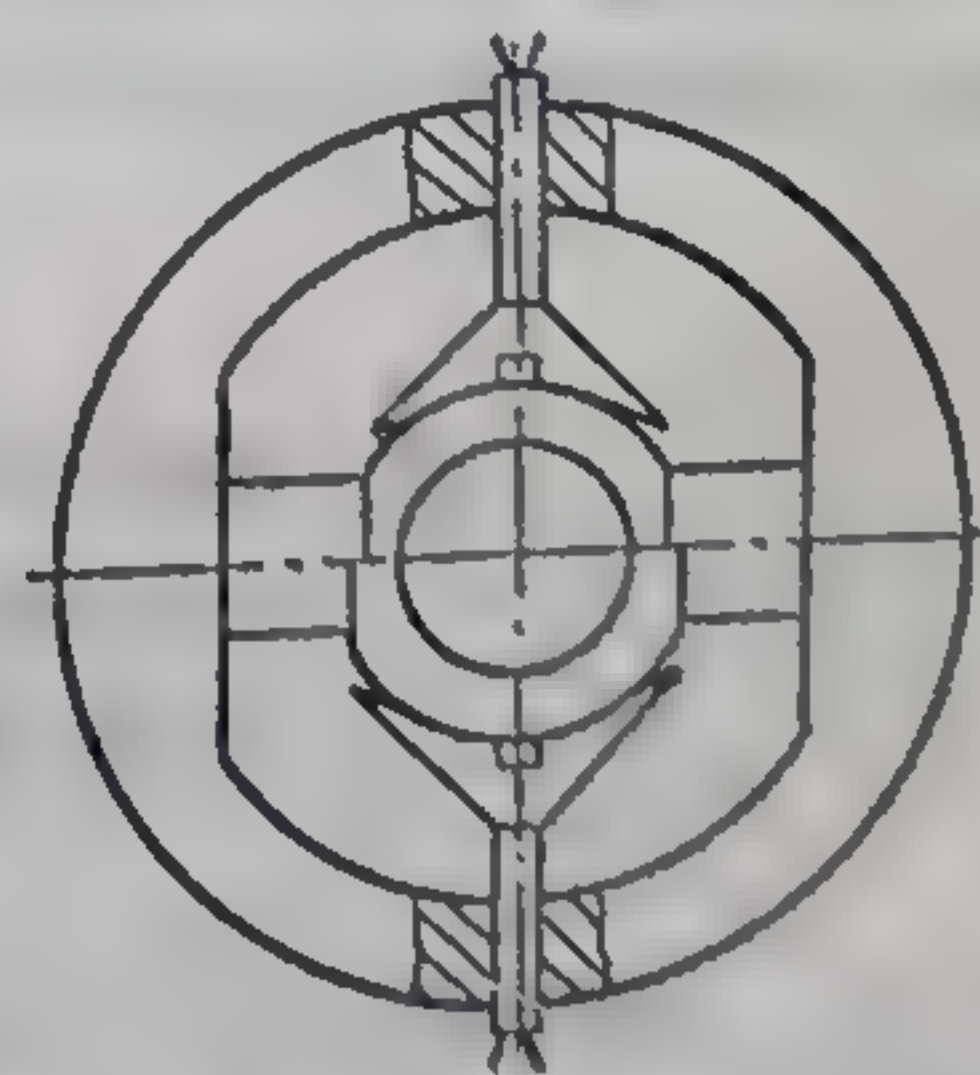


Fig. 18.19. Dispozitiv pentru prelucrat suprafețe interioare.

rație cele două părți ale cuzinetului se montează într-un dispozitiv în vederea prelucrării suprafețelor interioare, a suprafețelor frontale și a canalelor pentru turnarea materialului antifricțiune (fig. 18.19).

La montarea în dispozitiv, între cele două părți, de cele mai multe ori se pun adausuri, pentru a se crea posibilitatea reglării jocului în cuzinet la asamblare.

După turnarea aliajului antifricțiune se execută rectificarea suprafețelor de separație pentru corectarea lor în urma deformațiilor ce apar din cauza încălzirii. Strunjirea interioară de finisare a cuzinetului asamblat se execută cu un dispozitiv ca cel reprezentat în figura 18.19. Strunjirea suprafeței exterioare a cuzinetului asamblat se execută prin așezarea lui pe dorn și fixarea în stare asamblată cu ajutorul unei bucșe. Ultima operație constă în executarea găurilor și canalelor pentru ungere și a găurii pentru știftul de fixare.

Cuzineții cu pereți subțiri au o tehnologie puțin diferită. În acest caz, semifabricatul utilizat se prezintă sub formă de bandă și necesită un proces tehnologic prealabil pentru obținerea formei semicuzinetului, care este constituit din următoarele operații: debitarea benzii la lungimea și lățimea necesară; îndoirea prealabilă și definitivă a benzii debitate; calibrarea semicuzinetului, pentru obținerea unei forme geometrice diferite.

În continuare, operațiile de prelucrare sînt identice cu cele ale cuzinetelor cu pereți groși.

7. CONTROLUL EXECUȚIEI PIESELOR CU MAI MULTE AXE ȘI A PIESELOR CU SUPRAFEȚE CONCENTRICE

Controlul suprafețelor cilindrice exterioare și interioare ale acestor categorii de piese se realizează cu mijloacele prezentate la verificarea suprafețelor de revoluție. La prelucrarea arborilor excentrici, arborilor cotați, a segmentilor, pistoanelor și lagărelor, apar condiții specifice, care impun o mai mare atenție la verificare și totodată mijloace speciale de măsurare.

Excentricitatea arborilor excentrici se verifică cu ajutorul ceasurilor comparatoare.

Se va avea în vedere ca la alegerea mijloacelor de măsurare să se țină seama de precizia de prelucrare și de felul producției, astfel încît operația de control să satisfacă condițiile din documentația tehnică și să se realizeze într-un timp cît mai redus.

8. MĂSURI DE TEHNICĂ A SECURITĂȚII MUNCII LA PRELUCRAREA PIESELOR CU MAI MULTE AXE ȘI A PIESELOR CU SUPRAFEȚE CONCENTRICE

La prelucrarea acestor categorii de piese se vor respecta normele de tehnică a securității muncii care se aplică și în cazul prelucrării suprafețelor de revoluție exterioare și interioare, suprafețele plane și cele specifice cerute de procesul tehnologic.

La piesele de dimensiuni mari se va acorda o deosebită atenție modului de fixare pe mașina-unealtă, de manipulare și de depozitare, astfel încât să se evite accidentele.

VERIFICAREA CUNOȘTINȚELOR

1. Să se arate modul de realizare a discurilor și arborilor excentrici.
2. Să se arate tehnologia de prelucrare a arborilor cotați și modul de fixare al acestora în vederea prelucrării pentru evitarea încovoierii și răsucirii.
3. Să se arate care este și prin ce diferă tehnologia de prelucrare a bușelor față de tehnologia discurilor și a flanșelor.
4. În ce constă tehnologia de prelucrare a segmentilor din semifabricate turnate sub formă de bucșe și a segmentilor turnați individual?
5. Să se arate succesiunea operațiilor de prelucrare a pistoanelor din aliaj de aluminiu la producția în masă și modul de alegere a bazelor tehnologice pentru asigurarea uniformității grosimii pereților.
6. Să se arate deosebirea dintre tehnologia de fabricație a cuzineților cu pereți groși și a celor cu pereți subțiri.
7. Să se schițeze construcția unui dispozitiv prevăzut cu aparat comparator pentru verificarea excentricității pieselor din figura 18.1, a și b.

CAPITOLUL 19

PRELUCRAREA FILETELOR

Procesul tehnologic de prelucrare a filetelor este foarte variat și depinde în primul rând de scopul funcțional pe care-l îndeplinește filetul și de precizia cu care acesta trebuie executat. Filetele se pot obține prin prelucrare pe mașini-unelte, prin turnare sub presiune, prin deformare plastică (rulare, extrudare) și prin presare (pentru materiale plastice).

În construcția de mașini filetul se utilizează pentru fixare, transmitere a mișcării, reglare și măsurare. Elementele principale care determină un filet sînt: diametrul mediu d_2 (D_2), pasul p , unghiul profilului α , diametrul exterior d (D) și diametrul interior d_1 (D_1).

1. SCULE PENTRU EXECUTAREA FILETULUI

Din categoria sculelor pentru executarea filetului fac parte: cuțitele simple, cuțitele pieptene, tarozii, filierele, capetele pentru filetat, frezele, sculele abrazive, bacurile pentru rularea filetului etc.

Executarea filetului cu oricare din sculele arătate are la bază aceeași schemă cinematică și de așchiere, astfel încît fenomenele care apar în cursul așchierii sînt asemănătoare. Parametrii geometrici ai sculelor pentru filetare sînt în general aceeași cu cei de la cuțitele de strunjit, cu diferența că valorile lor sînt proprii sculelor de filetare, pentru fiecare profil de filet în parte.

Cuțitele de filetat sînt de mai multe feluri:

— după destinație, cuțitele de filetat pot fi: pentru filete exterioare și interioare;

— după forma constructivă, cuțitele pot fi: normale, prismatice și disc.

Cuțitele de filetat se construiesc cu unghiul de degajare γ egal cu zero sau cu unghiul de degajare pozitiv. În primul caz, profilul cuțitului este identic cu al filetului, dar condițiile de așchiere sînt îngreunate. Prezența unui unghi de degajare diferit de zero impune corectarea unghiului de vîrf ϵ al filetului. De cele mai multe ori strungarul însuși este acela care își execută cuțitul de filetat, utilizînd în acest scop polizorul existent din atelierul respectiv. Ascuțirea cuțitului, făcîndu-se manual, este necesar ca unghiul la vîrf al cuțitului 1 să fie verificat cu șablonul 2 (fig. 19.1), astfel ca în final să se obțină dimensiunile corecte ale cuțitului de filetat.

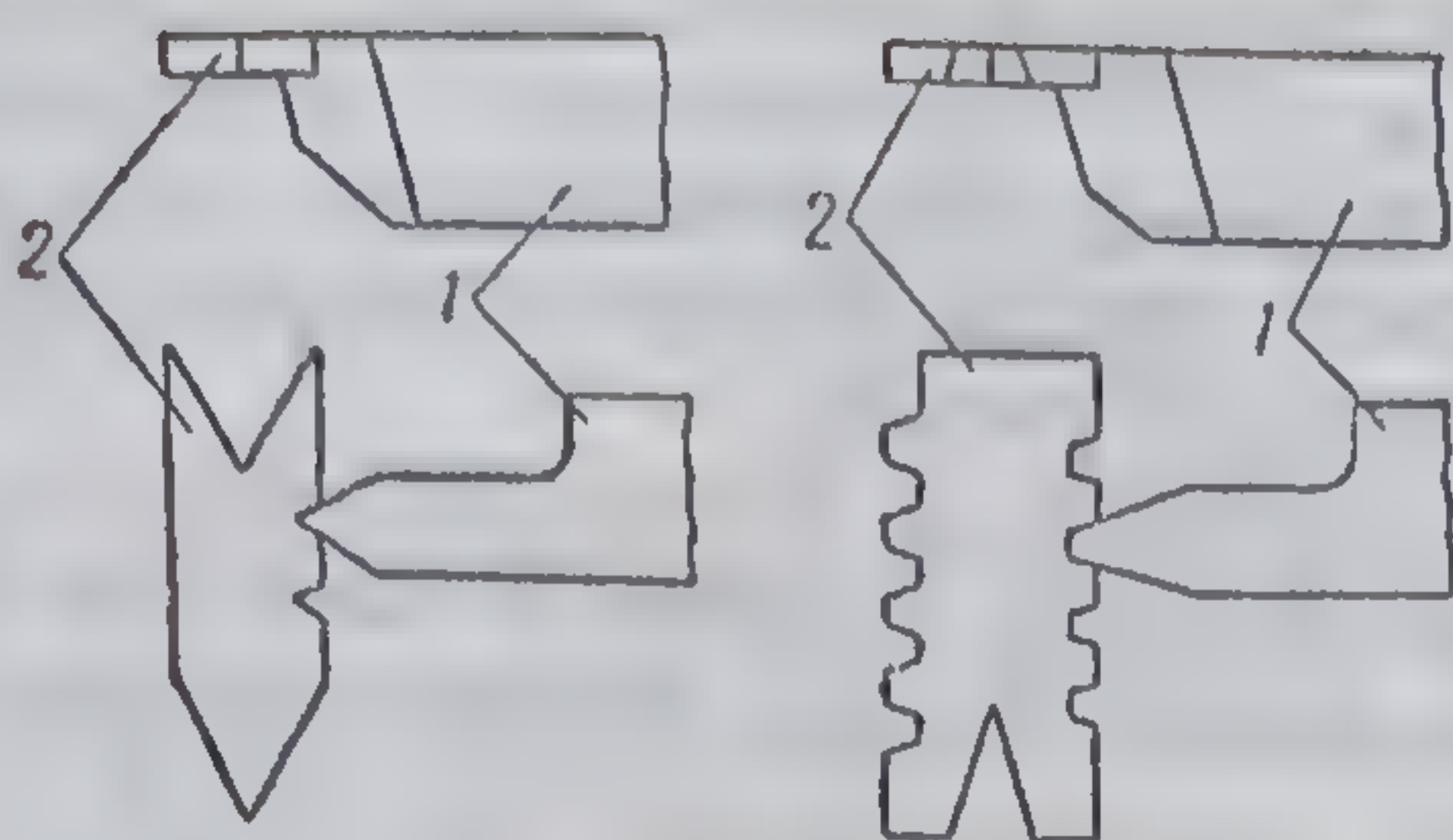


Fig. 19.1. Verificarea cuțitului de filetat cu șablonul.

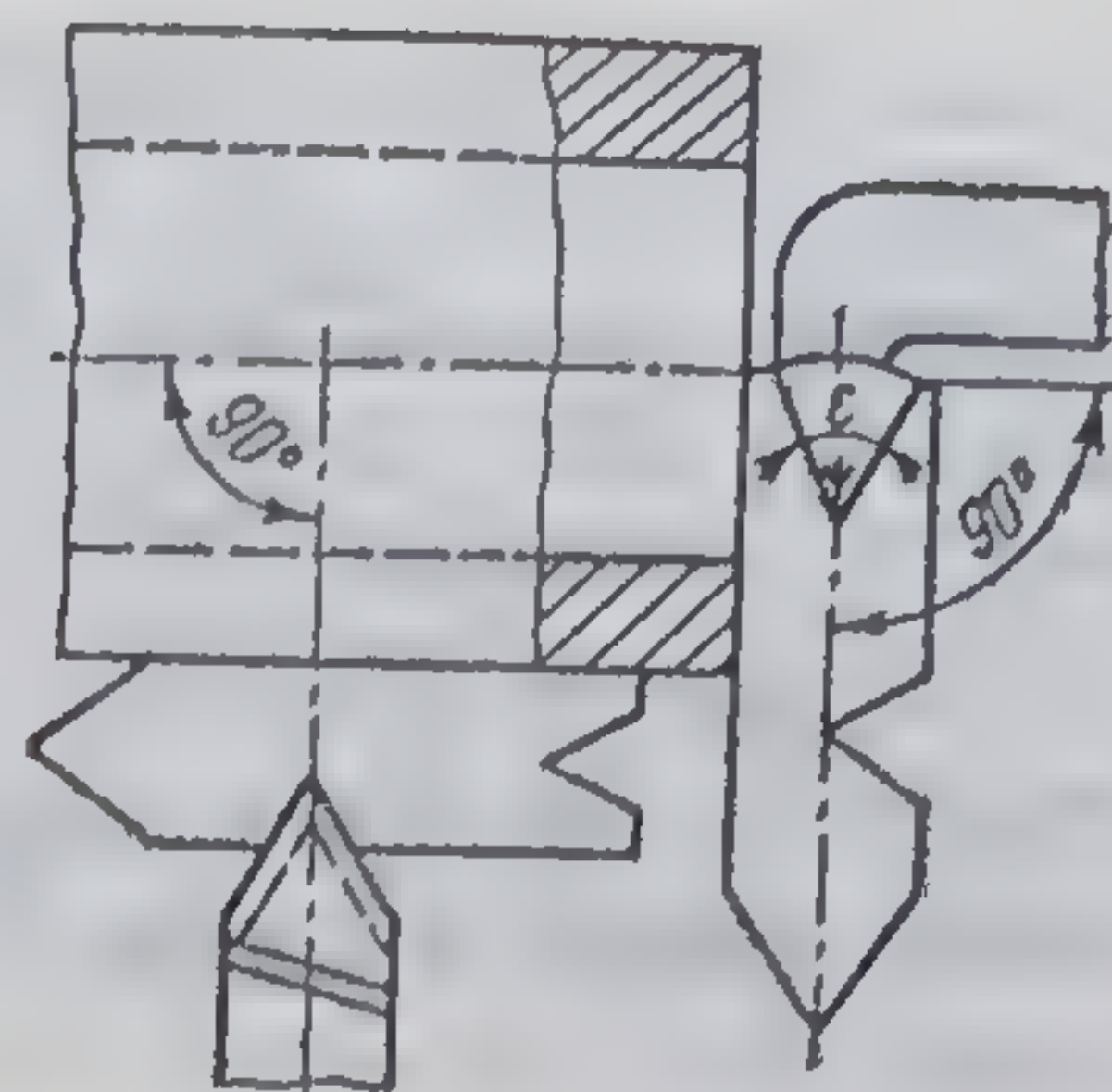


Fig. 19.2. Așezarea cuțitului de filetat cu ajutorul șablonului.

Trebuie remarcat că în funcție de modul de așezare al sculei depinde precizia de execuția a filetului. În figura 19.2 este reprezentat modul de așezare a cuțitului de filetat exterior și interior cu ajutorul șablonului.

Cuțitele disc pentru executarea filetelor exterioare se utilizează la prelucrarea filetelor triunghiulare și a filetelor trapezoidale. Ele pot fi cu un singur tăiș sau cu tășuri multiple. Cuțitele din prima categorie sînt destinate prelucrării filetelor triunghiulare cu înclinare mică, iar cele din a doua categorie la executarea filetelor triunghiulare cu înclinare mare și la filetele trapezoidale.

Cuțitele de filetat pentru executarea filetelor interioare sînt de diverse variante constructive, dar parametrii părții așchietoare sînt identici cu cei de la executarea filetului exterior.

Tarozii sînt scule pentru filetat interior și pot fi de mînă sau de mașină. Tarozii de mînă se construiesc în seturi de două sau trei bucăți pentru fiecare dimensiune de filet. La filetarea pieselor cu diametre mari, utilizarea lor devine nerentabilă și nerațională, deoarece în acest caz este mai avantajos ca prelucrarea să se facă cu cuțite de filetat sau cu freze de filetat.

Filierele sînt destinate executării filetelor exterioare. Datorită productivității mici, utilizarea filierelor este limitată. La producția în serie se recomandă întrebuițarea lor numai la tăierea filetelor în metale neferoase și la executarea filetelor cu pasul pînă la 1 mm la metale feroase. O utilizare largă o au filierele pentru calibrarea și curățirea filetelor prelucrate prin alte metode.

Capetele pentru filetat sînt de fapt tarozi sau filiere de diametru mare la care partea așchietoare este demontabilă sau uneori reglabilă. Ele permit micșorarea timpului mort ocazionat de cursa de întoarcere a sculei care duce uneori și la deteriorarea filetului executat. Pentru aceasta, capetele pentru filetat execută filetul prin intermediul unor piepteni izolați a căror montare permite retragerea automată a acestora din spirele filetului tăiat după terminarea filetării. Astfel se exclude inversarea turației arborelui principal al mașinii pentru deșurubarea sculei.

Frezele pentru filetat sînt de mai multe feluri:

— freze cilindrice (pieptene), folosite la executarea filetelor triunghiulare, normale (filete scurte), exterioare sau interioare. Aceste freze sînt cu profil circular, cu tășuri multiple și dinți detalonati;

— freze disc, utilizate în special la degroșarea filetelor cu unghi de înclinare mare, cum sînt, de exemplu, filetul trapezoidal, filetul șurubului melc sau filetul ferăstrău (filete lungi). La filetele mult înclinate ($\alpha > 10^\circ$), din cauza deformării profilului, frezele disc sînt utilizate numai pentru degroșare, finisarea făcîndu-se prin strunjire;

— capete pentru filetat, folosite la mașinile de frezat filete prin vîrtej, în special la filete lungi, sînt capete portcuțit rotative cu unul sau mai multe cuțite pentru filetat radiale cu plăcuțe din carburi metalice.

2. ELEMENTELE REGIMULUI DE AȘCHIERE LA FILETARE

Elementele regimului de așchiere la filetare sînt:

Viteza de așchiere la filetarea cu cuțite cu plăcuțe din carburi metalice în cazul prelucrării pieselor din oțel și fontă are valori date în tabelul 19.1.

Tabelul 19.1

Numărul de treceri și viteze de așchiere la filetare cu cuțite cu plăcuțe din carburi metalice

Felul filetării		Numărul de treceri la strunjirea filetului metric cu pasul, mm				
		2	3	4	5	6
— de degroșare		2—3	3—4	4—5	5—6	6—7
— de finisare		1	2	2	2	2
Calitatea materialului care se filetează		Viteza de așchiere, m/min, la strunjirea filetului metric cu pasul, mm				
Oțel cu rezistență de rupere, în daN/mm ²	Fontă cu duritatea Brinell, HB	2	3	4	5	6
55	153—161	187	182	179	176	173
65	179—192	146	142	139	137	135
75	210—220	118	115	113	111	109
85	235—250	107	101	98	95	93

La filetarea cu tarodul (tarodare) pe mașini-unelte a pieselor din oțel, se recomandă viteze de așchiere de 3—15 m/min, iar pentru piesele din fontă, alamă și aluminiu, viteze de așchiere de 6—22 m/min.

La prelucrarea filetului cu fillera a oțelului viteza de așchiere este de 3—4 m/min, pentru fontă de 2,5 m/min, iar pentru alamă de 9—15 m/min.

La frezarea filetelor cu freze disc, viteza de aşchiere se ia în limitele de 30—55 m/min.

Cunoscându-se viteza de aşchiere, se calculează turaţia arborelui principal al maşinii-unelte, cu relaţia:

$$n = \frac{1000v}{\pi d} \text{ [rot/min]} \quad (19.1)$$

În scopul uşurării stabilirii parametrilor regimului de aşchiere în tabelul 19.2 se dau valorile vitezelor de aşchiere şi a avansului în cazul frezării filetelor.

Tabelul 19.2

Vitezele de avans şi de aşchiere în funcţie de calitatea materialului piesei

Rezistenţa de rupere a materialului σ_r daN/mm ²	Avansul, mm/min	Viteza de aşchiere, m/min
34—50	60—70	25—32
50—60	50—60	22—28
60—70	40—50	20—25
70—80	30—40	16—22
80—100	15—30	5—16
Alamă şi bronz	80—120	30—60
Metale uşoare	100—200	80—120

Avansul longitudinal are aceeaşi valoare cu mărimea pasului filetelui de prelucrat.

Viteza de avans de rotaţie a piesei este caracteristică la frezarea filetelor şi la prelucrarea filelor în vârtej.

Avansul pe dinte s_d , avansul pe rotaţie s_r şi avansul pe minut s_m sînt specifice, de asemenea, frezării filetelor. Între aceste elemente există relaţiile:

$$s_r = s_d \cdot z \text{ [mm/rot]}, \quad (19.2)$$

în care z este numărul de dinţi ai frezei

$$s_m = s_r \cdot n = s_d \cdot z \cdot n \text{ [mm/min]} \quad (19.3)$$

Adîncimea de aşchiere t are valori diferite, în funcţie de felul operaţiei tehnologice: degroşare sau finisare.

Mărimea adîncimii de aşchiere rezultă din relaţia:

$$t = \frac{d - d_1}{2i} \text{ [mm]} \quad (19.4)$$

în care:

d este diametrul exterior al filetelui, în mm;

d_1 — diametrul interior al filetelui, în mm;

i — numărul de treceri.

Pentru unele scule speciale, întreprinderile producătoare recomandă şi regimurile de aşchiere.

3. PRELUCRAREA FILETELOR PE MAȘINI-UNELTE UNIVERSALE

Filetele pot fi prelucrate pe mașini universale, prin următoarele procedee: strunjire, frezare, rectificare și rulare.

Filetele exterioare se prelucurează cu: cuțite de filetat normale, pieptene, capete de filetat, filiere și prin vârtej.

Filetele interioare se execută cu: cuțite profilate, tarozi, capete de filetat și prin vârtej.

a. Strunjirea filetului cu cuțit de filetat normal și pieptene

La prelucrarea filetelor cu cuțite, profilul vîrfurilor acestora corespunde cu profilul golului dintre spire. Strunjirea filetelor cu cuțit se aplică la executarea filetelor de precizie, îndeosebi în faza de finisare sau în cazul în care execuția nu este posibilă prin alte procedee.

Strunjirea filetului exterior de formă triunghiulară cu cuțit de filetat se execută în două feluri: cu avans transversal radial (fig. 19.3, a) sau cu avans transversal oblic (fig. 19.3, b). La prima metodă de filetare, vârful cuțitului pătrunde radial în material, fiind mai mult solicitat decît la cel de al doilea procedeu, deoarece angajarea se face pe tot conturul profilului. Din acest motiv, este preferat procedeul de tăiere a filetului cu avans transversal oblic. Strunjirea filetului cu cuțite profilate se execută în mai multe treceri, cuțitul pătrunzînd succesiv pînă la fundul filetului. Avansul transversal se imprimă cuțitului la începutul fiecărei treceri. Faptul că filetarea se execută în mai multe treceri face ca productivitatea strunjirii filetului cu cuțite normale să fie foarte mică.

La strunjirea filetului avansul longitudinal corespunde cu pasul filetului. Unghiul de degajare al cuțitelor profilate este în general egal cu zero, aceasta pentru a se menține și după ascuțire profilul inițial al cuțitului.

În vederea măririi productivității și a ușurării operației de filetare, la strungurile de construcție modernă ciclul trecerilor este automatizat. Schema de funcționare a unui mecanism de strunjire automată a filetelor este reprezentată în figura 19.4.

Suportul portsculă pornește de la punctul A și ajunge la punctul B, care corespunde adîncimii de așchiere, pentru care a fost programat. Distanța BC corespunde cursei active. La punctul C, avansul este decuplat

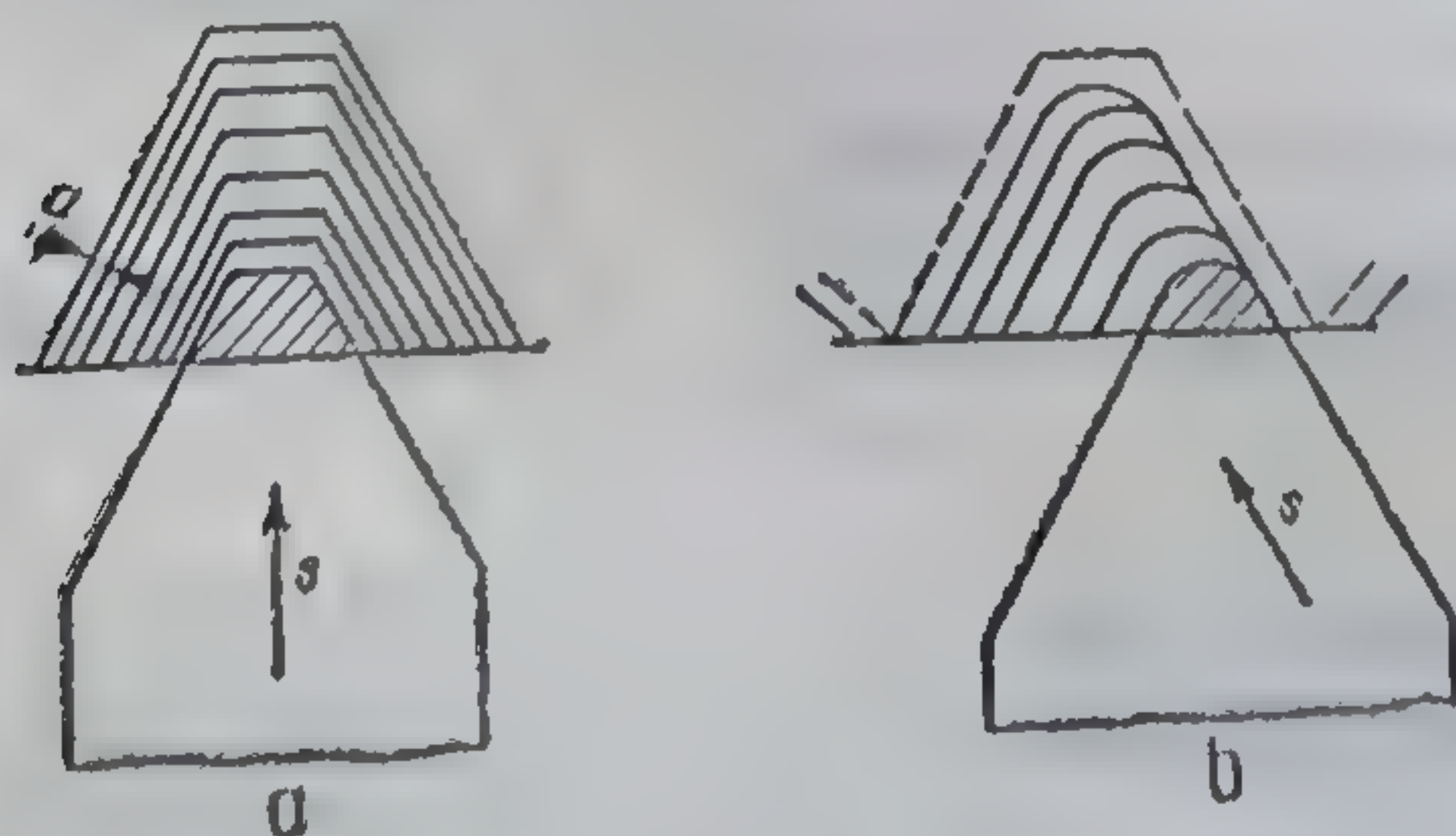


Fig. 19.3. Strunjirea filetelor.

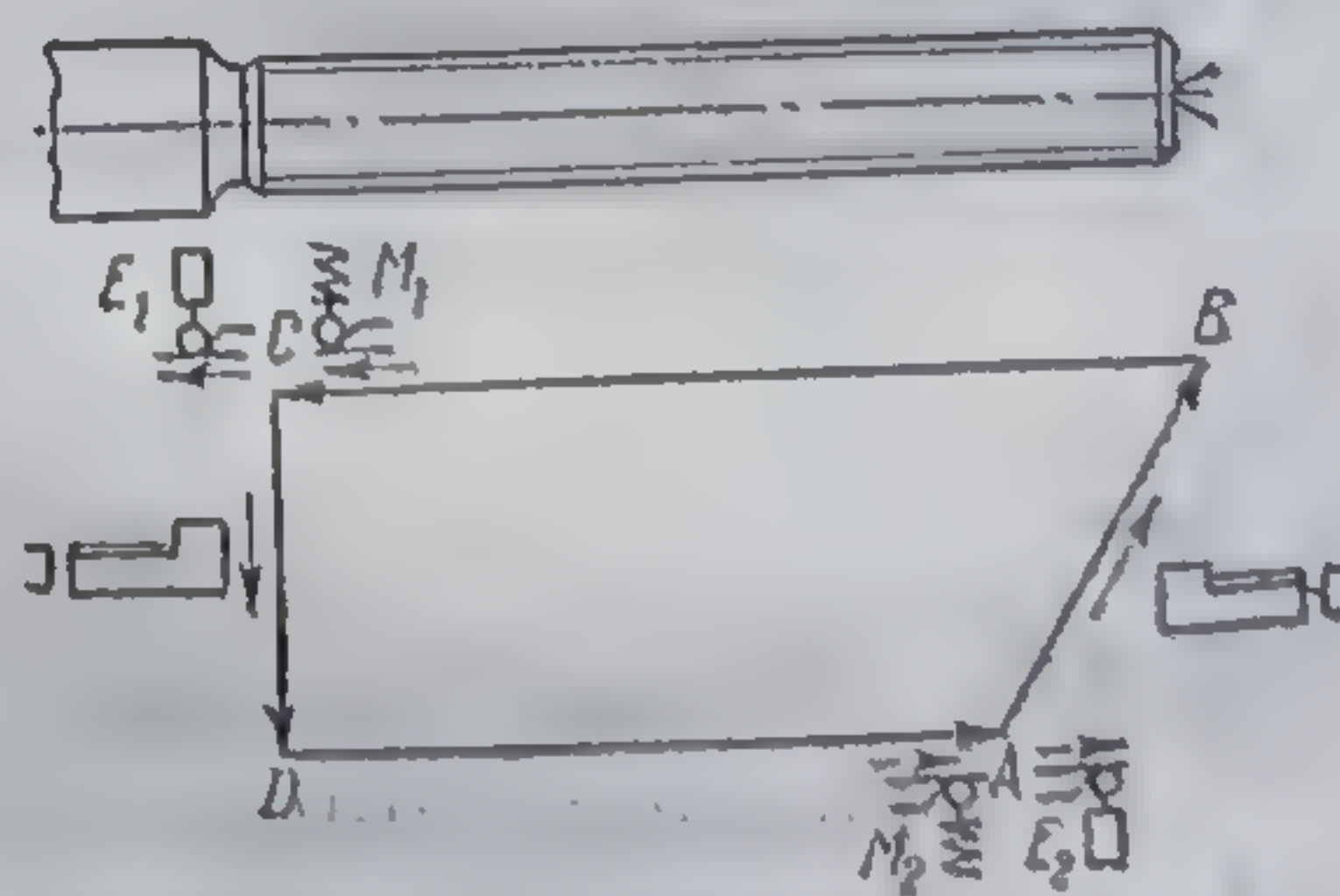


Fig. 19.4. Schema de funcționare automată a unui mecanism de strunjire a filetelor.

de mecanismul M_1 , iar microcontactorul E_1 comandă deplasarea transversală rapidă a portsculei pînă la punctul D , apoi deplasarea longitudinală la punctul inițial A (opritorul mecanic M_2 și microcontactorul E_2) de la care se repetă ciclul.

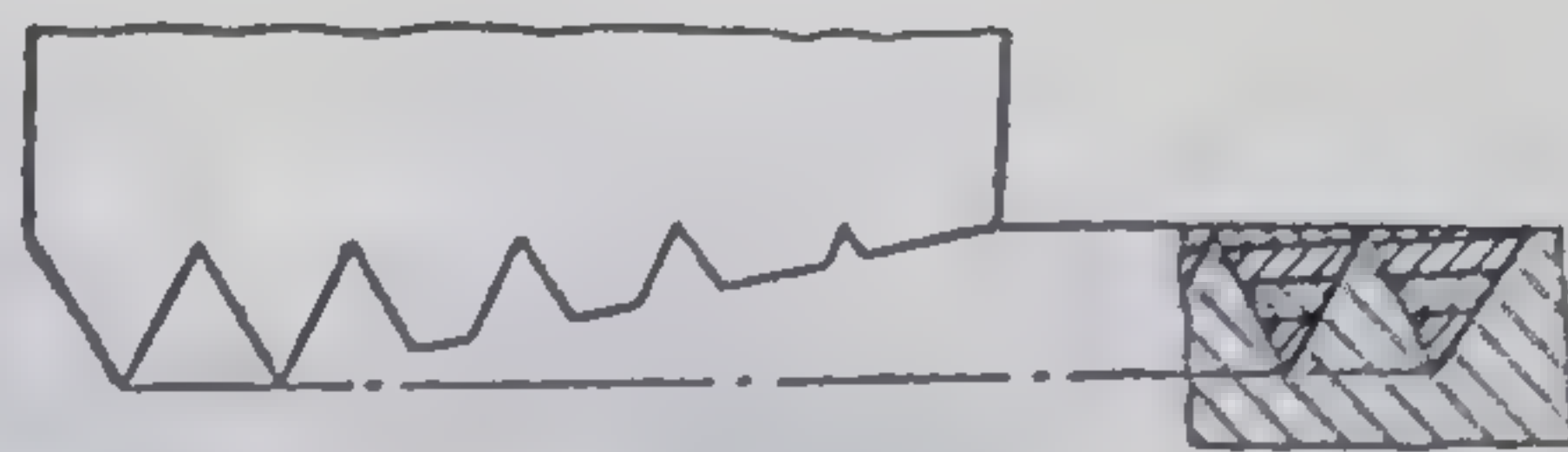


Fig. 19.5. Cuțit pieptene pentru filetat.

În cazul strunjirii filetelor cu mai multe începuturi este necesar ca după prelucrarea unei spire cuțitul să fie reglat în poziția de lucru pentru tăierea spirei următoare. În acest scop, piesa trebuie rotită corespunzător numărului de începuturi al filetului. Dacă se prelucrează un filet cu două începuturi, piesa trebuie rotită cu 180° , pentru a se ajunge în poziția începutului următor, iar pentru un filet cu trei începuturi piesa va fi rotită cu 120° , ș.a.m.d. Rotirea piesei se realizează prin învîrtirea arborelui principal al strungului folosindu-se în acest scop flanșa gradată de antrenare, fixată pe capătul arborelui principal. Poziția cuțitului pentru prelucrarea unui nou canal la filete cu mai multe începuturi se poate schimba și prin deplasarea saniei suportului portcuțit cu o distanță egală cu mărimea pasului aparent.

La prelucrarea filetului cu cuțitul normal, sania portcuțit va trebui să revină în poziție inițială după fiecare trecere. Dacă filetul are o lungime mică, revenirea saniei în poziție inițială se va realiza folosindu-se șurubul conducător, adică cu piulița conducătoare cuplată. La filetele lungi, pentru scurtarea duratei cursei în gol, se decuplează piulița conducătoare, sania longitudinală revenind cu viteză mărită. Cuplarea și decuplarea sînt posibile numai în cazul strunjirii filetului al cărui pas este un multiplu sau submultiplu al șurubului conducător. Deplasarea rapidă a saniei se poate aplica la strunjirea filetelor de precizie mai redusă sau la prelucrarea de degroșare. În cazul finisării, cursa în gol se va executa cu șurubul conducător, piulița conducătoare rămînînd permanent cuplată.

b. Strunjirea filetului cu cuțit pieptene

Strunjirea filetelor cu cuțit pieptene se aseamănă cu prelucrarea cu cuțitul normal, cuțitul pieptene putînd fi considerat ca fiind alcătuit din mai multe cuțite normale așezate unul lîngă celălalt (fig. 19.5). Pe partea de atac, dinții pieptenului sînt mai scurți pentru a ușura pătrunderea succesivă a fiecărui dinte în material. Datorită numărului mare de dinți, prelucrarea filetelor cu cuțit pieptene se face într-o singură trecere, ceea ce face ca productivitatea să fie ridicată.

c. Prelucrarea filetului cu filiera

Prelucrarea filetului cu filiera este un procedeu cu productivitate scăzută, deoarece nu permite aplicarea unor viteze de așchiere mari. Din cauza productivității reduse acest procedeu se aplică rar la prelucrarea mecanică. Este însă de preferat la filetarea manuală.

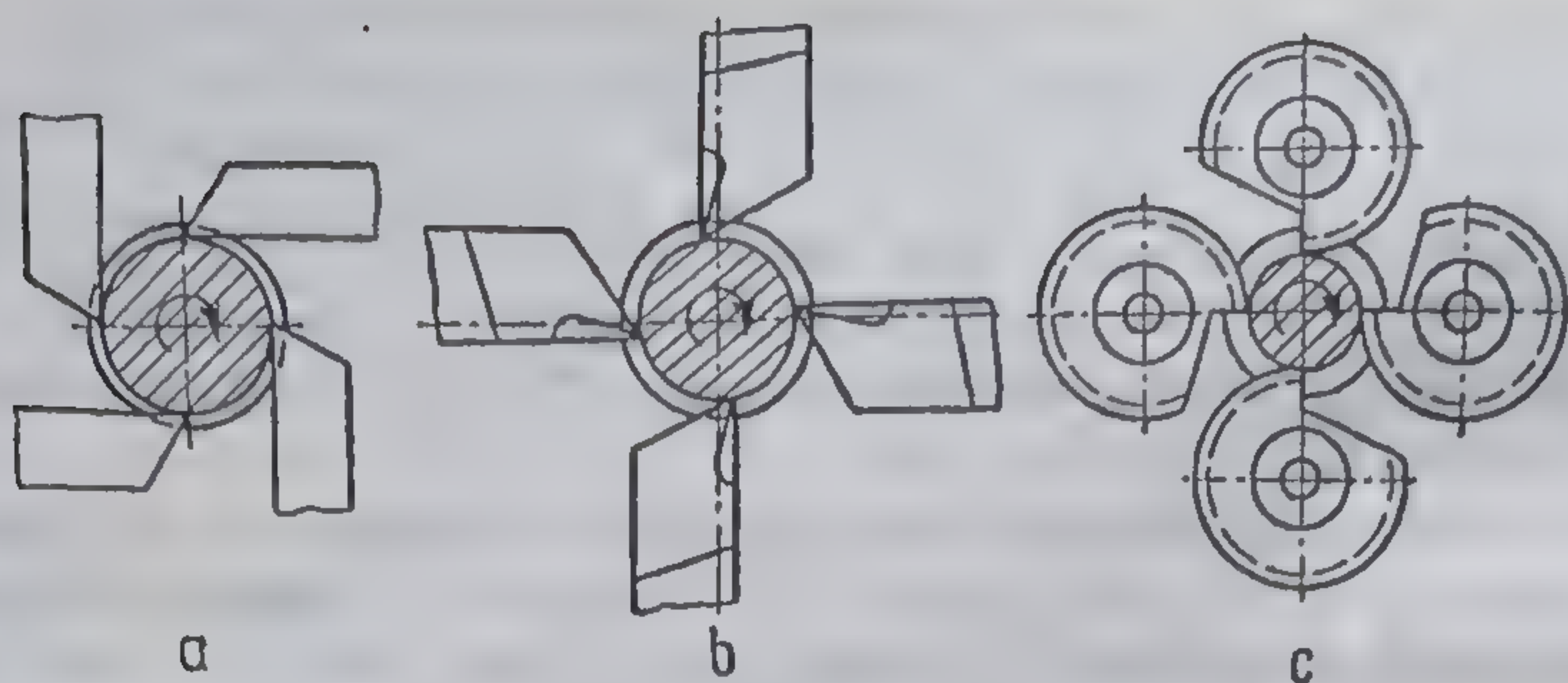


Fig. 19.6. Filetarea cu capete de filetat.

Prelucrarea mecanică a filetelor cu filiera se execută pe strunguri normale, revolver și automate. Reglarea filierelor în poziția de lucru trebuie să urmărească coaxialitatea între filieră și piesa de prelucrat. Diametrul porțiunii piesei care se filetează va fi realizată cu circa 0,08—0,2 mm mai mic decât diametrul nominal al filetului, datorită deformărilor plastice care apar la filetare.

d. Filetarea cu capete de filetat

Procedeul se aplică la producția în serie și permite prelucrarea filetelor cu viteze de așchiere relativ mari, și anume 15—20 m/min, având o productivitate mult mai mare decât procedeele anterioare. Schema de funcționare a capetelor de filetat este reprezentată în figura 19.6. Bacurile așchietoare sînt așezate în capul de filetat tangențial (fig. 19.6, a), radial (fig. 19.6, b) și cu piepteni disc fig. 19.6, c).

Capetele pentru filetat cu cuțite radiale suportă cel mai mic număr de reascuțiri, iar cele prismatice sînt cele mai avantajoase din acest punct de vedere, fiind în plus și mai rigide. Capetele de filetat se construiesc astfel încît deschiderea și deplasarea bacurilor să se facă automat de către un opritor. Cu capetele de filetat se prelucrează filete de precizie normală, filete fin 1 și filete fin 2.

e. Principiul filetării în vîrtej

Principiul filetării în vîrtej se aplică la executarea filetelor cu pas mare, remarcîndu-se printr-o productivitate ridicată. Filetarea în vîrtej se execută cu ajutorul unui dispozitiv special de filetat (fig. 19.7) pe strunguri universale sau pe mașini speciale.

Mișcările de generare sînt: mișcarea principală de rotație și mișcarea de avans longitudinal executate de capul special de filetat și mișcarea de avans circular executată de piesă.

Filetarea în vîrtej se execută cu 4 sau 6 cuțite fixate în așa fel în capul de filetat încît să atace piesa într-o succesiune rapidă, desprinzînd de pe flancurile spirei așchii subțiri. Adîncimea de așchiere nu depășește

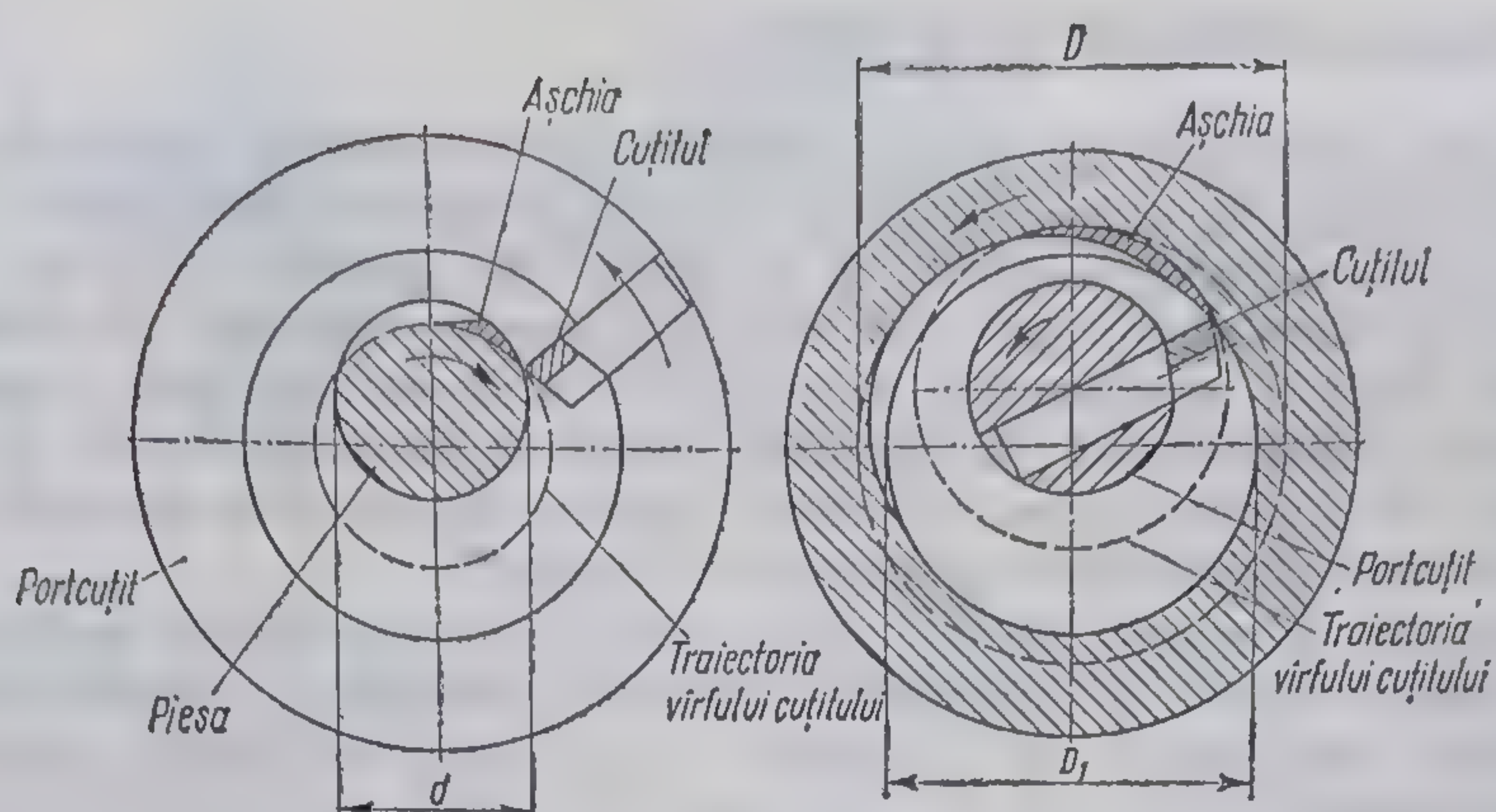


Fig. 19.7. Principiul filetării în vârtej.

0,10—0,15 mm. Capul de filetat este plasat excentric față de piesă. Viteza de așchiere este de 80—100 m/min pentru cuțitele din oțel rapid, iar pentru cuțitele prevăzute cu carburi metalice viteza de așchiere ajunge până la 200 m/min, ceea ce determină încălziri locale mari și impune o răcire abundentă.

Prin filetarea în vârtej se obțin suprafețe foarte netede ale flancurilor și o precizie mare, ajungându-se până la filete fin 3. Pentru asigurarea unei funcționări liniștite și fără vibrații a capului de filetat, acesta trebuie echilibrat dinamic.

Prin acest procedeu se pot prelucra și filetele interioare.

f. Strunjirea filetului interior cu cuțit normal

La strunjirea filetelor cu diametru mic, prelucrarea se face cu un cuțit normal (fig. 19.8, a), iar a filetelor cu diametru mare cu cuțite fixate în bară (fig. 19.8, b). Ca și la prelucrarea filetului exterior, strunjirea filetului interior cu cuțitul profilat se aplică numai pentru filete cu precizie mare sau la producția individuală a piulițelor de dimensiuni mijlocii și mari. Viteza de așchiere fiind relativ mică (12—16 m/min) iar numărul de treceri mare, procedeul are o productivitate scăzută.

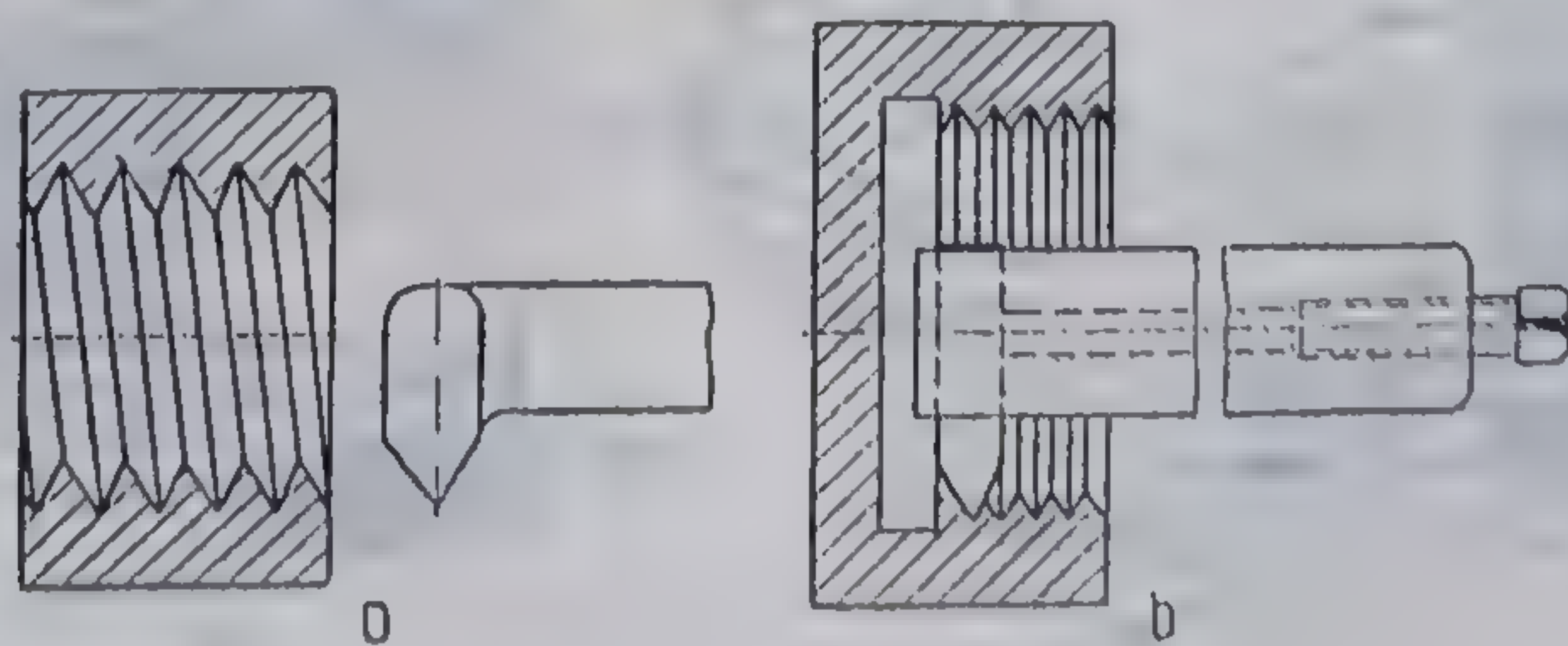


Fig. 19.8. Strunjirea filetului interior.

g. Filetarea interioară cu tarodul

Filetarea interioară cu tarodul (tarodarea) este foarte răspândită îndeosebi la producția în serie a filetelor cu diametrul mic și mijlociu.

Filetarea mecanică interioară cu tarozi de mașină se poate executa pe mașini de burghiat, mașini de filetat, strunguri normale, revolver, automate etc. Pentru a se împiedica ruperea tarodului în cazul creșterii neprevăzute a momentului de răsucire peste o anumită limită, se fixează pe mașină cu ajutorul unei mandrine speciale cu cuplaje de suprasarcină, folosite și în cazul filetării alezajelor înfundate.

Avînd în vedere că pentru ieșirea tarodului din filetul prelucrat trebuie inversat sensul de rotație al arborelui principal portsculă al mașinii se folosesc mecanisme de schimbare a sensului de rotație, montate pe arborele mașinii.

Filetarea la producția în serie mare a piulițelor se execută pe mașini automate de filetat care lucrează cu un tarod special cu coada lungă curbată. Datorită vitezelor mici de așchiere (2—12 m/min) productivitatea tarodării este scăzută.

h. Frezarea filetelor

Prelucrarea filetelor prin frezare are un larg domeniu de aplicare, putîndu-se executa filete cu diametre de 150—530 mm, lungimi de 50—140 mm și pași de 3—13 mm.

Prin frezare se execută următoarele tipuri de filete: filete cilindrice interioare și exterioare, filete conice interioare și exterioare, filete speciale și filete cu mai multe începuturi. Procedeele se caracterizează printr-o productivitate ridicată datorită și sculei care este prevăzută cu mai multe tăișuri și respectiv cu o durabilitate mare. Precizia filetului obținut prin frezare este mai redusă decît a filetului prelucrat pe strung. Filetele se pot executa pe mașini normale de frezat și pe mașini semi-automate și automate de frezat filet.

1) *Frezarea filetelor scurte.* Se consideră filet scurt filetul a cărui lungime nu depășește de 2,5 ori diametrul nominal. Astfel de filete se pot prelucra după schemele prevăzute în figura 19.9, a pentru filete exterioare și în figura 19.9, b pentru filete interioare. Generarea filetului rezultă din următoarele mișcări: scula, care se așază cu axa paralelă cu

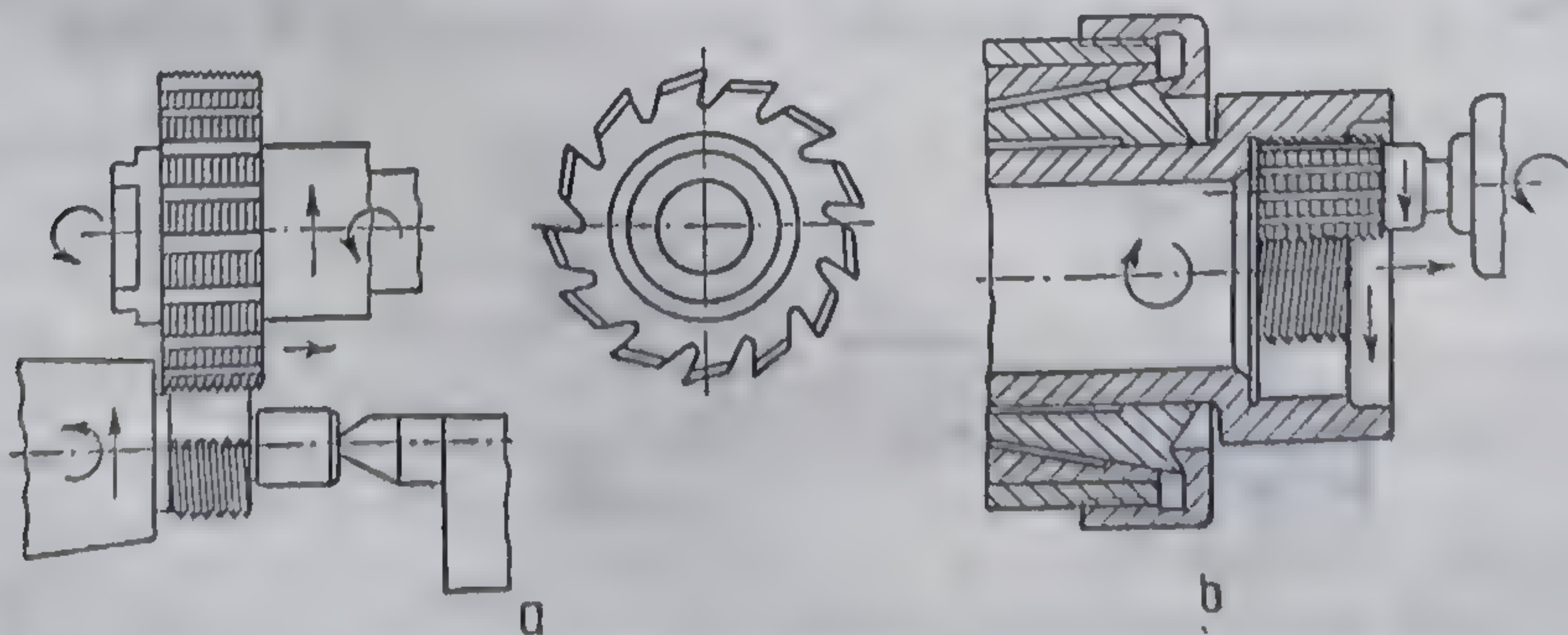


Fig. 19.9. Frezarea filetului.

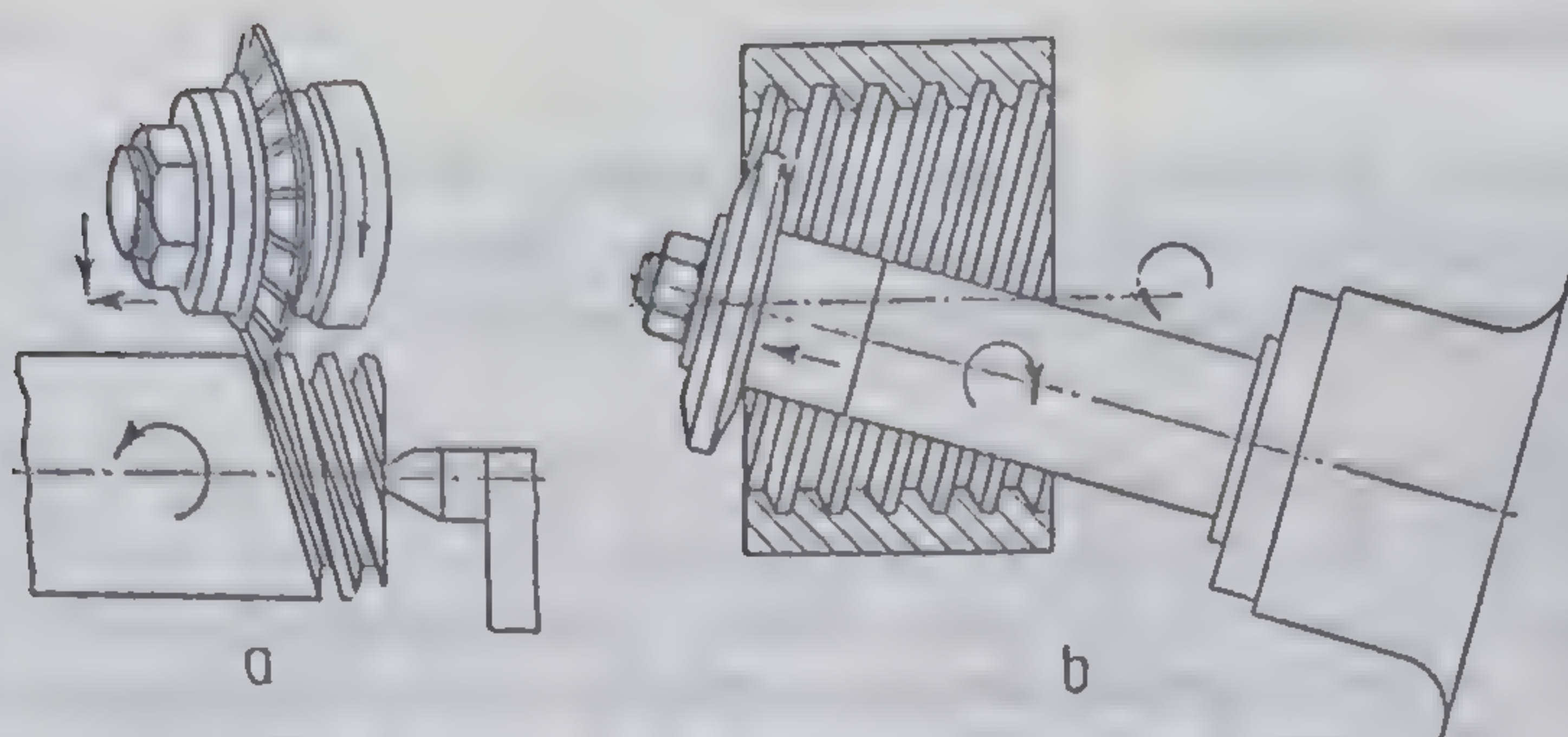


Fig. 19.10. Frezarea filetelor lungi.

cea a semifabricatului, are o mișcare de rotație; semifabricatul are o mișcare de rotație și una de translație axială, legate cinematic între ele.

La executarea acestor filete, freza trebuie să aibă cu 2 sau 3 dinți mai mult decât lungimea filetului de prelucrat pentru a se obține rugozitatea corespunzătoare pe toată lungimea. Frezarea filetelor scurte făcându-se numai pe mașini speciale, procedeul se justifică economic numai în cazul producției în serie mare și în masă.

2) *Frezarea filetelor lungi* se execută pe mașini speciale de frezat cu o freză disc profilată. Prin acest procedeu se pot realiza filete exterioare cît și filete interioare, de preferință cu profil trapezoidal, dreptunghiular și ferăstrău. Mișcările necesare realizării filetelor sînt reprezentate în figura 19.10, *a* pentru filete exterioare și în figura 19.10, *b* pentru filete interioare.

Frezarea filetelor lungi se aplică îndeosebi la prelucrarea șuruburilor conducătoare pentru diferite mașini-unelte. Ca și la frezarea filetelor scurte, și în acest caz sînt necesare mașini de frezat speciale și scule speciale. Folosirea acestui procedeu devine rentabilă numai la producția în serie mare și în masă.

3) *Frezarea filetelor conice*, necesare țevelor și manșoanelor pentru obținerea unei bune etanșeități, se poate executa cu freze cilindrice (fig. 19.11, *a*) și conice (fig. 19.11, *b*). Unghiul conului trebuie să fie egal cu cel al piesei de prelucrat. Mișcarea de deplasare se execută de piesă sau de freză după o direcție paralelă cu generatoarea conului.

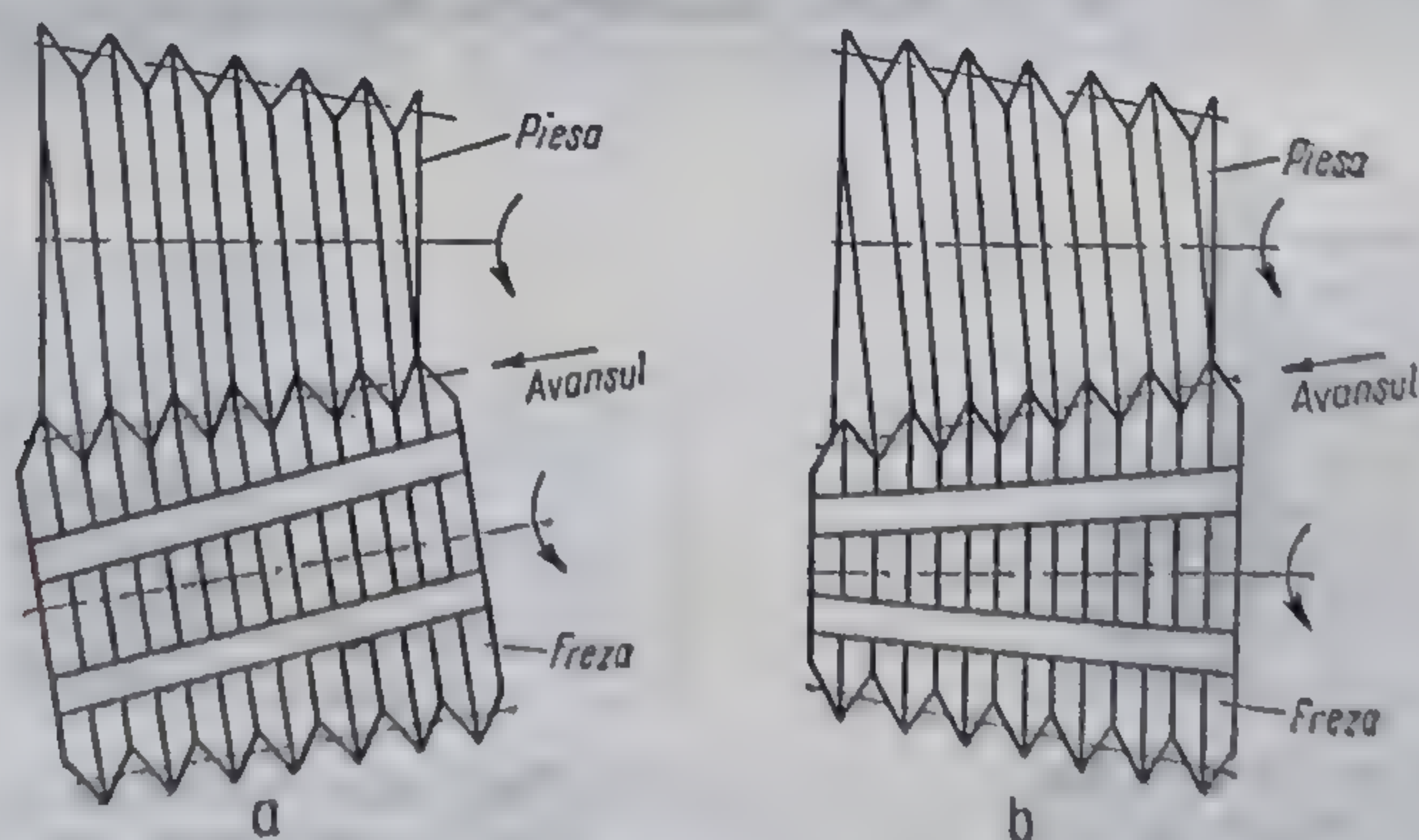


Fig. 19.11. Frezarea filetului conic.

i. Rectificarea filetelor

Rectificarea filetelor se poate întrebuiți ca operație de formare a filetului pe piese călite sau necălite sau ca operație de finisare, după ce pe piesa respectivă s-a executat filetul printr-o operație de strunjire, frezare etc.

Prelucrarea directă a filetelor prin rectificare se utilizează la rectificarea filetelor de precizie cu pasul până la 1,5 mm. La filetele mici, de precizie, cu pasul sub 0,5 mm, operația de degroșare anterioară tratamentului nu se recomandă, deoarece spirele au o decarburare puternică în urma acestui proces. Rectificarea filetelor de precizie se execută în două faze: de degroșare cu piatră abrazivă cu mai multe spire și de finisare cu piatră abrazivă cu o singură spirală. Piatra abrazivă lată se realizează cu ajutorul unei scule din oțel călită la 62—65 HRC executată tot pe mașina de rectificat filet folosind un disc abraziv profilat simplu.

Discurile abrazive se aleg în funcție de materialul prelucrat, felul prelucrării, precizia solicitată etc. La prelucrarea filetului prin rectificare se disting următoarele metode:

— rectificarea cu piatră abrazivă cu lățimea de 6—10 mm, cu o singură spirală așchietoare (fig. 19.12);

— rectificarea cu pietre abrazive cu lățimea de 40—100 mm, cu mai multe spire, cu avans transversal, lățimea pietrei fiind cu 2—3 spire mai mare decât porțiunea de filetat, aplicabilă pieselor a căror parte filetată este sub 70 mm (fig. 19.13);

— rectificarea cu pietre abrazive mai înguste decât lățimea de filetare, pentru filete mai puțin precise.

Din compararea acestor metode de prelucrare a filetului prin rectificare, se constată că folosirea pietrelor abrazive cu mai multe spire prezintă avantajul unei productivități mai mari, iar prelucrarea cu pietre abrazive cu o singură spirală asigură precizia mai ridicată de prelucrare. Procedul se aplică la obținerea calibrelor pentru filete, a șuruburilor micrometrice, a șabloanelor pentru filet (lere) etc. Precizia obținută pe mașinile de rectificat filete este caracterizată de următoarele valori: eroarea la pas de 1—2 μm pe o lungime de 25 mm, abaterea unghiulară a profilului de $\pm 5'$, iar abaterea diametrului mediu de $\pm 2 \mu\text{m}$.

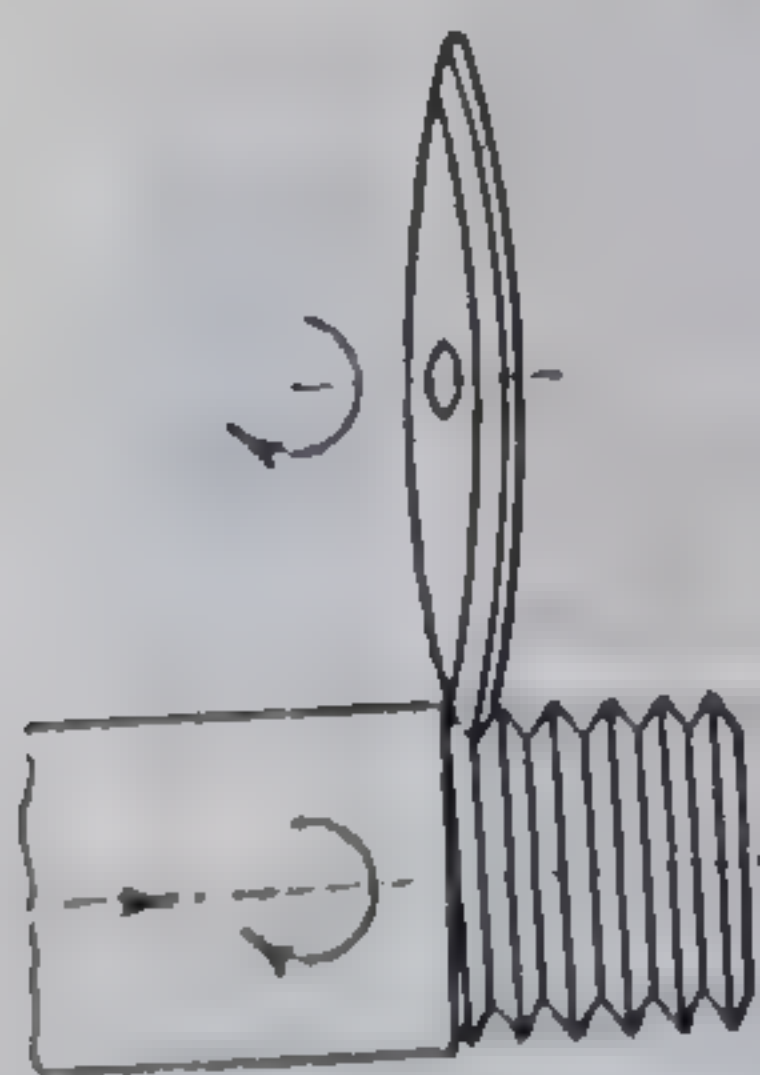


Fig. 19.12. Rectificarea filetelor cu disc simplu.

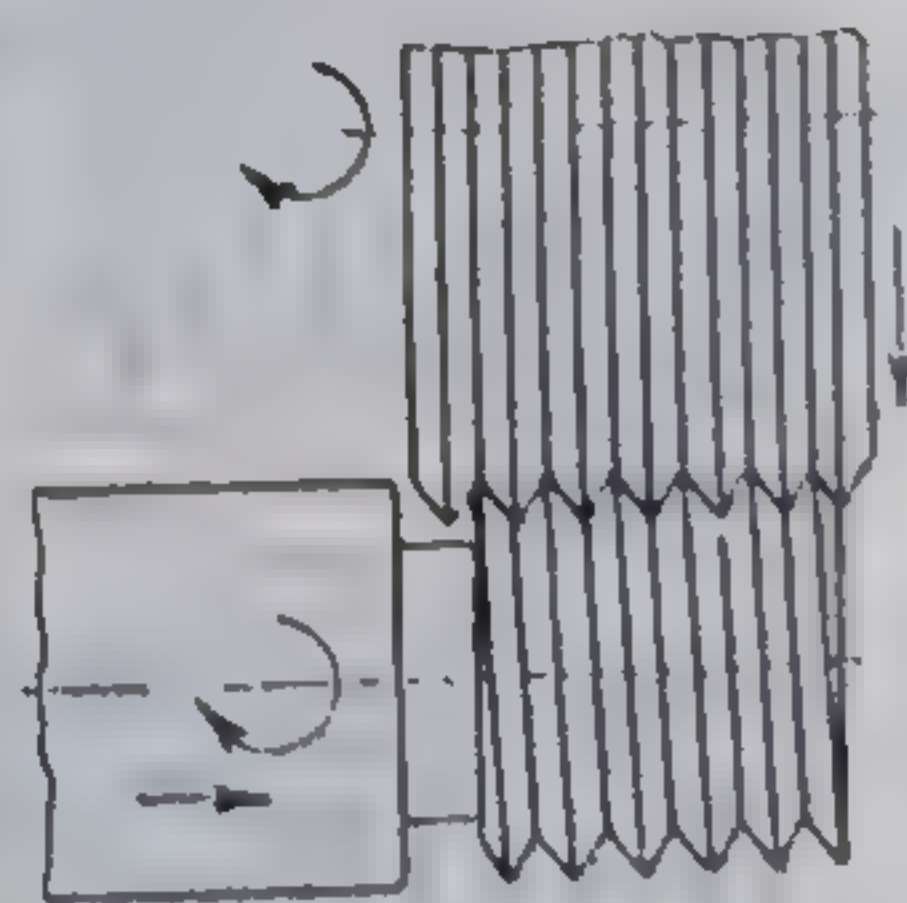


Fig. 19.13. Rectificarea filetelor cu disc cu mai multe spire.

j. Rularea filetelor

Rularea filetelor este o metodă de obținere a filetelor prin deformare plastică fără îndepărtare de așchii. Filetele obținute prin acest procedeu au o serie de avantaje față de filetele realizate prin așchiere. Durata de funcționare a filetelor este mai mare datorită ecrusării flancurilor și continuității fibrajului materialului. Filetele rulate au, datorită îndesării materialului la rece, o suprafață ecrusată foarte netedă, lipsită de rizuri, ciupituri și rămășițe de așchii, observate la filetele prelucrate prin așchiere. Pentru filetare prin rulare, semifabricatul va trebui pregătit, prelucrând capul șurubului în formă tronconică (fig. 19.14).

Diametrul inițial al șurubului d_p va fi mai mic decât diametrul nominal d al filetelor, deoarece în timpul rulării materialul se va deforma plastic și se va umfla. Diametrul inițial al tijei se va calcula cu relația:

$$d_p = \sqrt{\frac{d^2 + d_1^2}{2}} \text{ [mm]}, \quad (19.5)$$

în care:

- d este diametrul exterior al filetelor, în mm;
- d_1 — diametrul interior al filetelor, în mm.

Rularea filetelor se execută la piesele din oțel cu un conținut mic de carbon (oțeluri moi sau extra moi) pe mașini speciale de rulat.

1) *Rularea filetelor cu bacuri prismatice* (fig. 19.15). La această prelucrare, semifabricatul este așezat între cele două bacuri A și B. Bacul A este fix, iar bacul B este mobil. Bacul mobil, în mișcare trage după sine semifabricatul, rotindu-l și transportându-l în lungul bacurilor, iar la capătul cursei aruncându-l în afară gata filetat. Bacurile sînt prevăzute pe partea activă cu caneluri profilate, avînd, față de direcția de înaintare, o înclinare cu unghiul θ , a cărui mărime rezultă din relația:

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{p}{\pi d_2}, \quad (19.6)$$

în care:

- p este pasul filetelor, în mm;
- d_2 — diametrul mediu al filetelor, în mm.

2) *Rularea filetelor cu bacuri cilindrice* (fig. 19.16). Filetul se realizează în aceleași condiții ca și la rularea cu bacuri prismatice. Semifa-

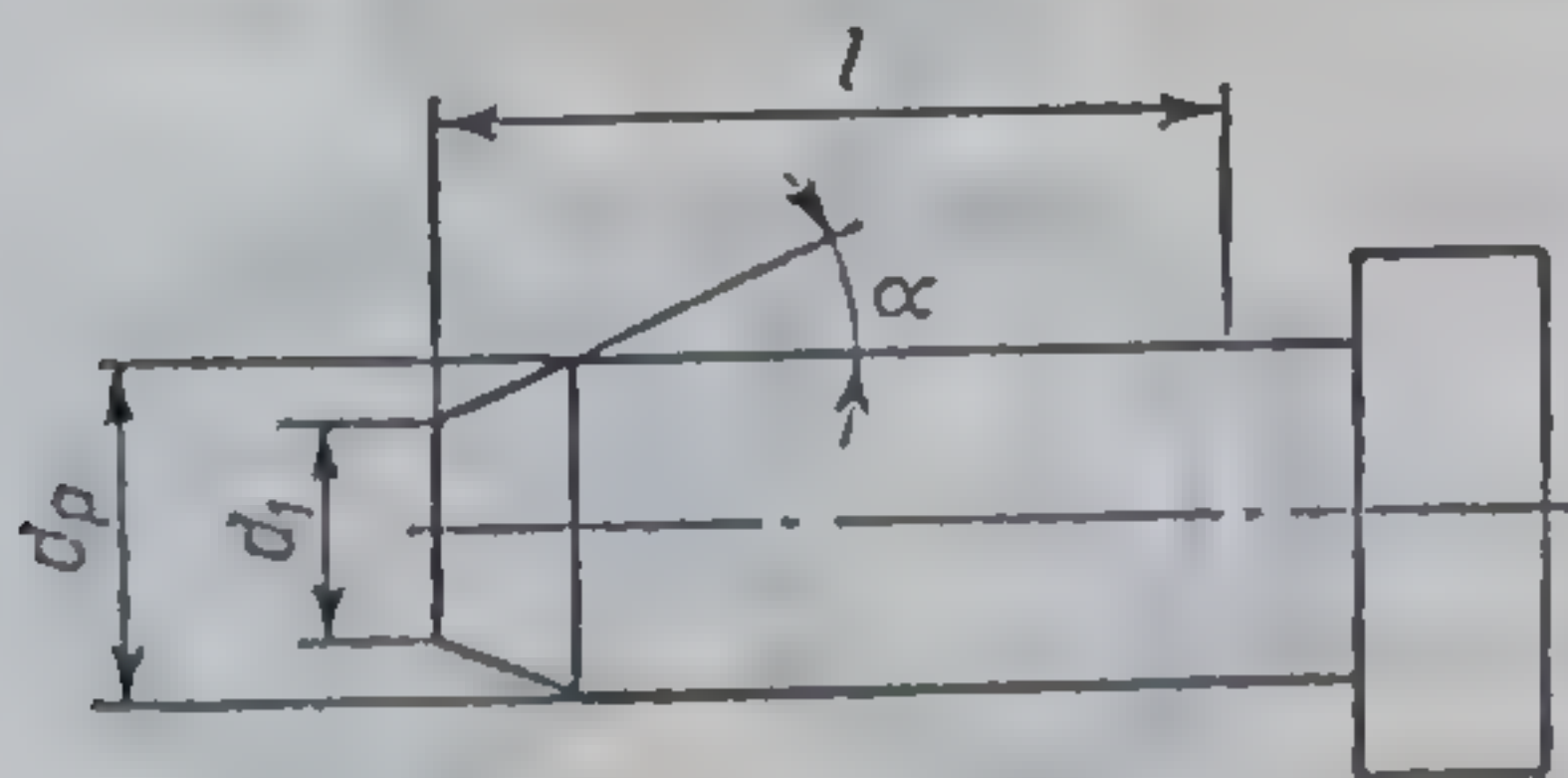


Fig. 19.14. Pregătirea tijei pentru rulare.

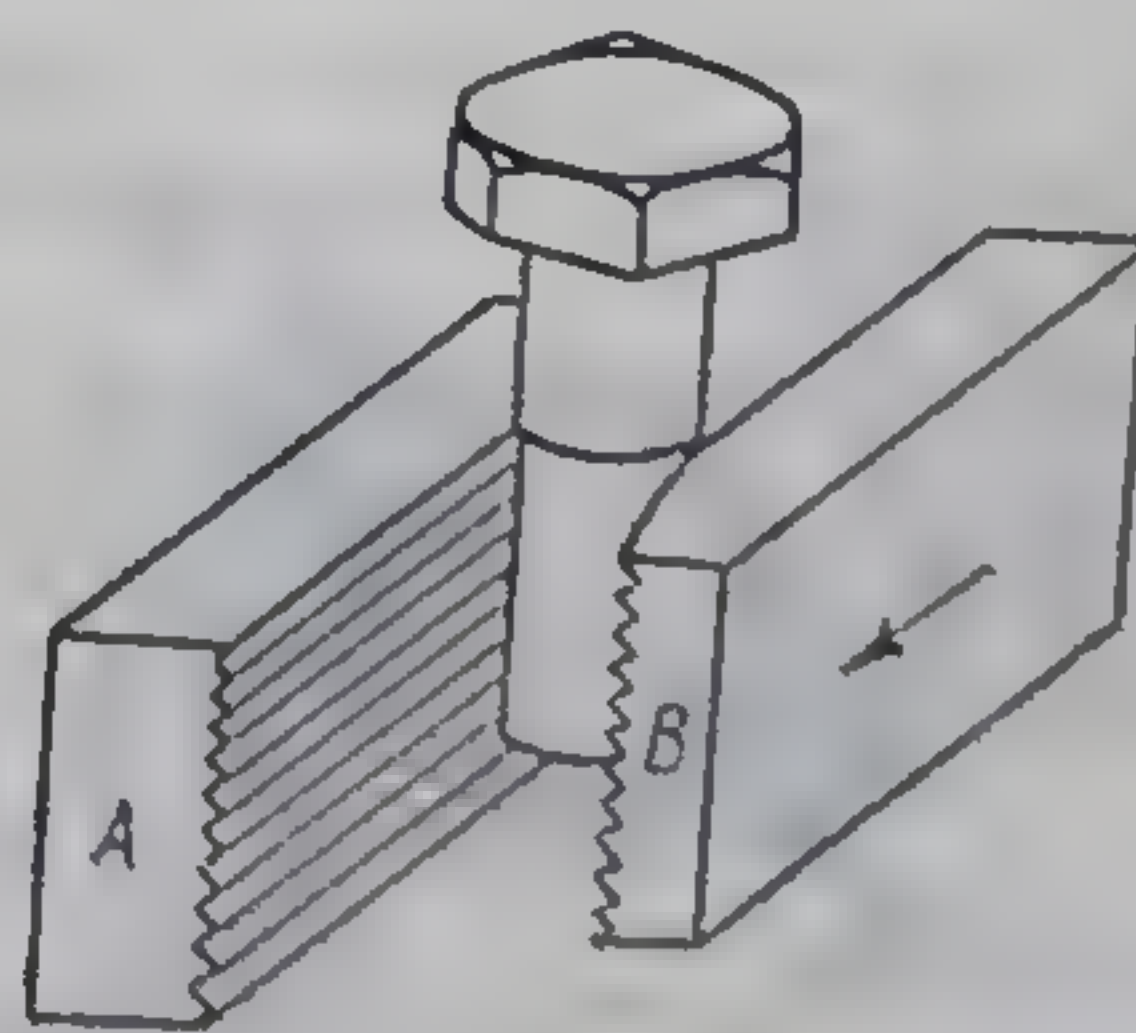


Fig. 19.15. Rularea filetelor cu bacuri prismatice.

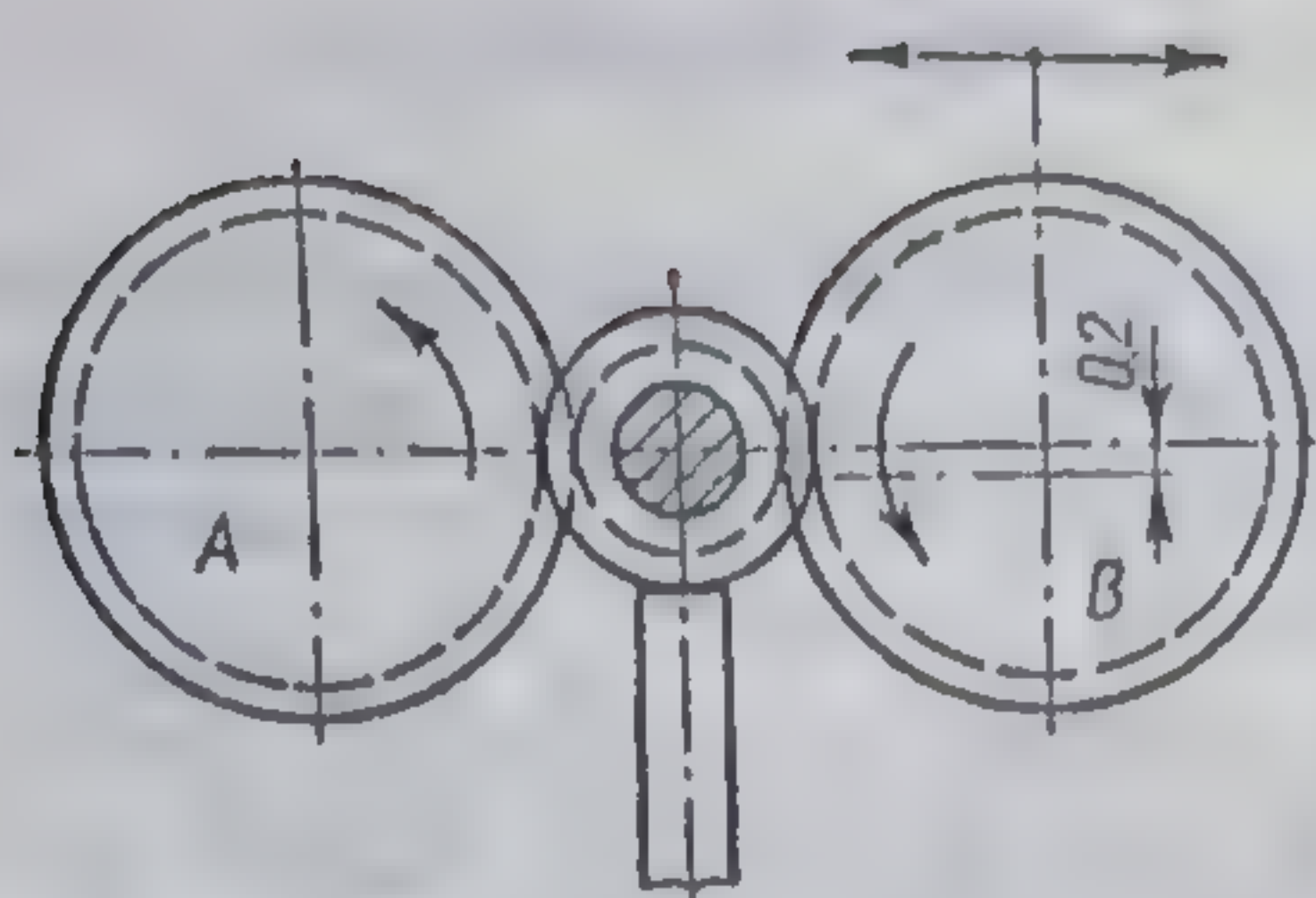


Fig. 19.16. Rularea filetului cu bacuri cilindrice.

bricatul, la trecerea între bacuri, este susținut în poziție de lucru de un suport cu prindere între vîrfuri este mai puțin productiv, dar asigură o coaxialitate perfectă între filet și axa șurubului. În ambele cazuri semifabricatul va trebui așezat cu 0,2 mm sub axa rolor de lucru. Rola A se mișcă liber pe ax și nu se poate deplasa la stînga-dreapta, în timp ce rola B este acționată în mișcare de rotație și poate fi retrasă pentru a permite introducerea semifabricatului. Se pot rula fi-

lete pe piese din oțel moale, din cupru și aliajele lui, din aluminiu și alte materiale cu plasticitate ridicată. Domeniul de utilizare a procesului de filetare prin rulare este foarte mare, putîndu-se prelucra filete cu pasul între 0,7 și 5 mm. Precizia filetului rulat corespunde cu al unui filet rectificat, cu condiția ca precizia diametrului inițial d_p să fie respectată.

3) *Rularea filetului cu bacuri în formă de segmenti* (fig. 19.17). Acest procedeu de rulare a filetelor corespunde îndeosebi pentru rulare automată. Productivitatea rulării filetelor cu bacuri în formă de segmenti cilindrici este foarte ridicată (de la 20 000 pînă la 25 000 șuruburi pe oră), precizia filetului este însă scăzută.

4) *Rularea filetului cu trei bacuri cilindrice* (fig. 19.18). Procedeu se distinge prin precizia mare a filetului rulat și a unei productivități mari a prelucrării. Dintre procedeele de rulare arătate, acesta este cel mai răspîndit. În timpul rulării, din cauza forțelor mari, în partea activă a bacurilor vor apărea tensiuni interne. Pentru aceasta se recomandă detensiionarea bacurilor timp de 3—4 h în baie de ulei la temperatura de 150°C, după un număr de circa 15 000—20 000 de rulări.

Datorită avantajelor filetării prin rulare și anume: flancuri ecruisate, flancuri netede, rezistență mare la uzură a flancurilor, rezistență mărită la oboseală a filetului, durată scurtă a prelucrării, deci productivitate mare, precizie mare a dimensiunilor și a forme filetului, procedeul este foarte răspîndit în industria constructoare de mașini.

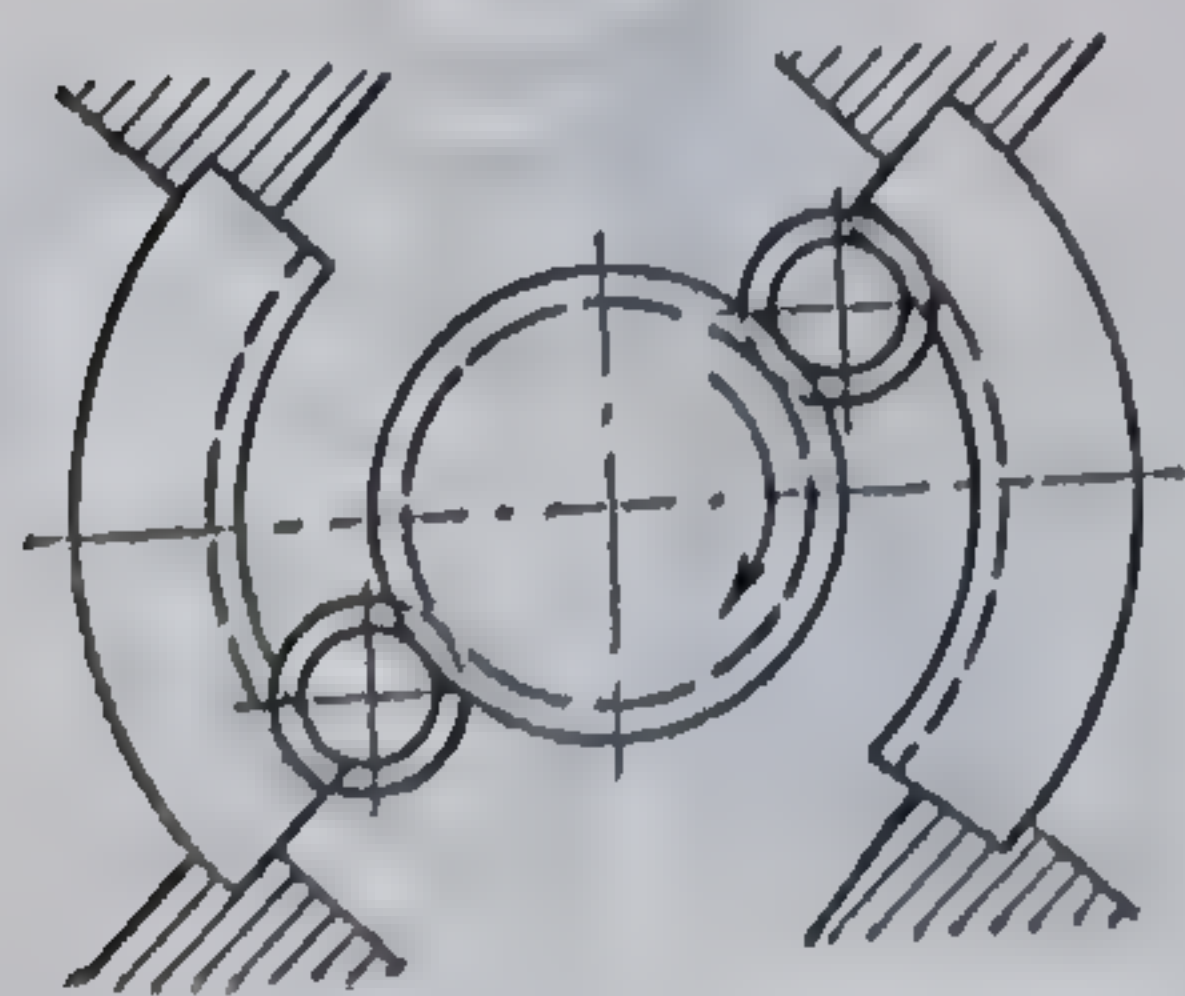


Fig. 19.17. Rularea filetului cu bacuri în formă de segmenti.

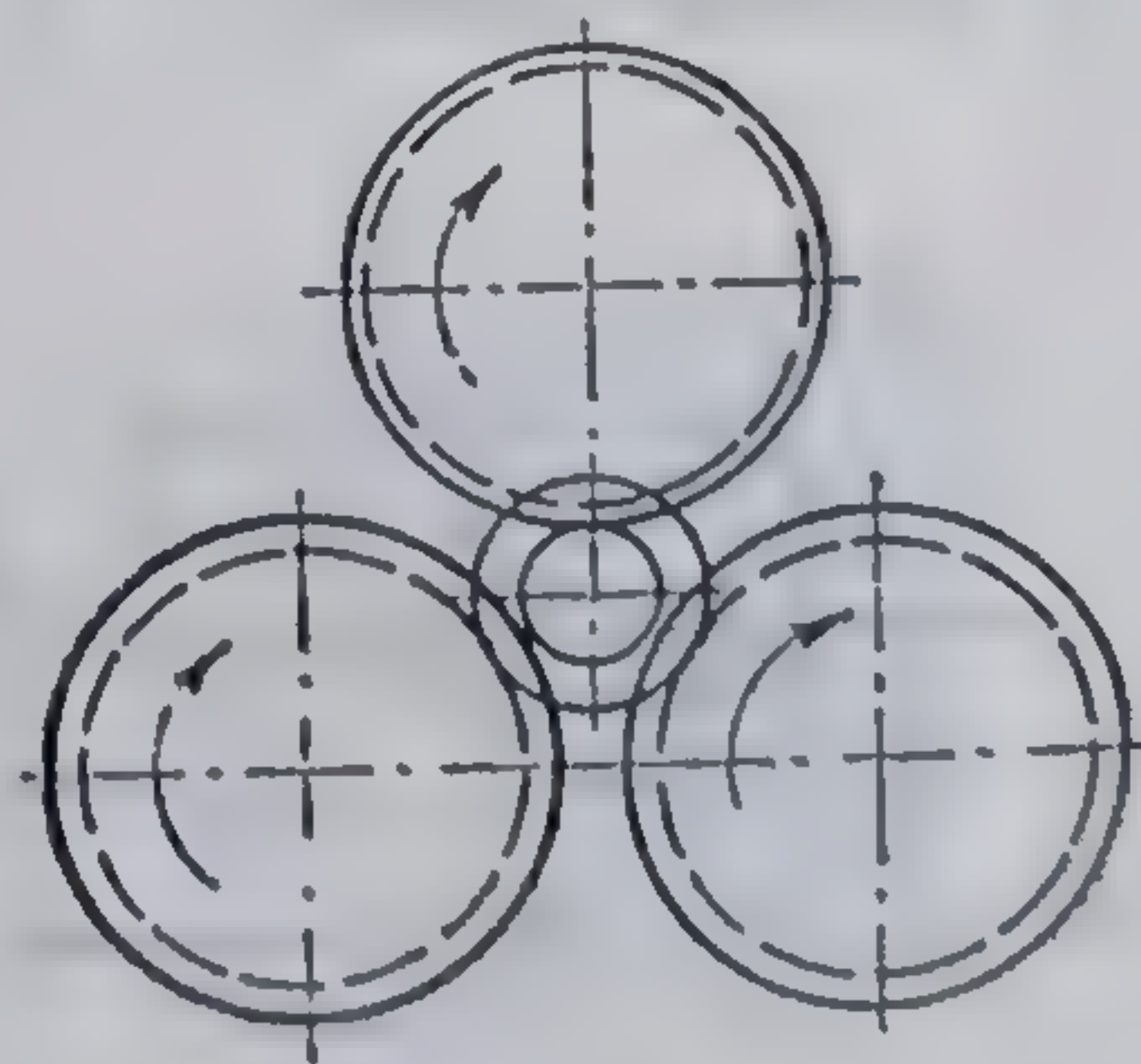


Fig. 19.18. Rularea filetului cu trei bacuri cilindrice.

4. RĂCIREA LA PRELUCRAREA FILETELOR

Condițiile de aşchiere la toate procedeele de prelucrare a filetelor sînt severe, din cauza formei geometrice defavorabile a cuțitului (impusă de profilul filetului), din cauza deformării plastice a materialului, în timpul prelucrării, îndeosebi la rularea filetului, din cauza încălzirilor locale mari ale piesei, datorită acțiunii muchiilor active ale pietrei abrazive în contact cu oțelul prelucrat etc.

În vederea ușurării acestor condiții grele de prelucrare, este necesară o răcire și ungere eficace a sculei și a piesei. Pentru răcirea piesei și a sculei se recomandă ca în cazul prelucrării filetului pe piese din oțel să se folosească uleiul mineral.

5. VERIFICAREA EXECUȚIEI FILETELOR

Filetele prelucrate se verifică cu ajutorul calibrelor limitative (inel filet și tampon filet), cu mijloace speciale (lere filet, micrometre pentru filet, sîrme calibrate) și mijloace universale (șublere, micrometre, pasametre etc.).

Folosirea unui anumit mijloc de măsurare depinde de precizia impusă și de productivitatea pe care controlul trebuie să o asigure. În tabelul 19.3 sînt date principalele metode și mijloace pentru controlul filetelor.

6. MĂSURI DE TEHNICĂ A SECURITĂȚII MUNCII LA PRELUCRAREA FILETELOR

Ca și la celelalte prelucrări, la filetare piesa și scula trebuie bine fixate pentru a se evita desprinderea lor în timpul lucrului.

La filetare, cuțitul trebuie să intre în lucru treptat pentru ca piesa să nu fie smulsă din universal sau ca scula să fie ruptă, putînd provoca astfel diferite accidente de muncă.

În timpul filetării la strung, aşchiile se vor îndepărta cu ajutorul unui cîrlig special. Nu este admisă îndepărtarea lor cu mîna.

În cazul cînd se filetează piese din bară, capătul liber care iese din alezajul arborelui principal se va introduce într-un tub de protecție.

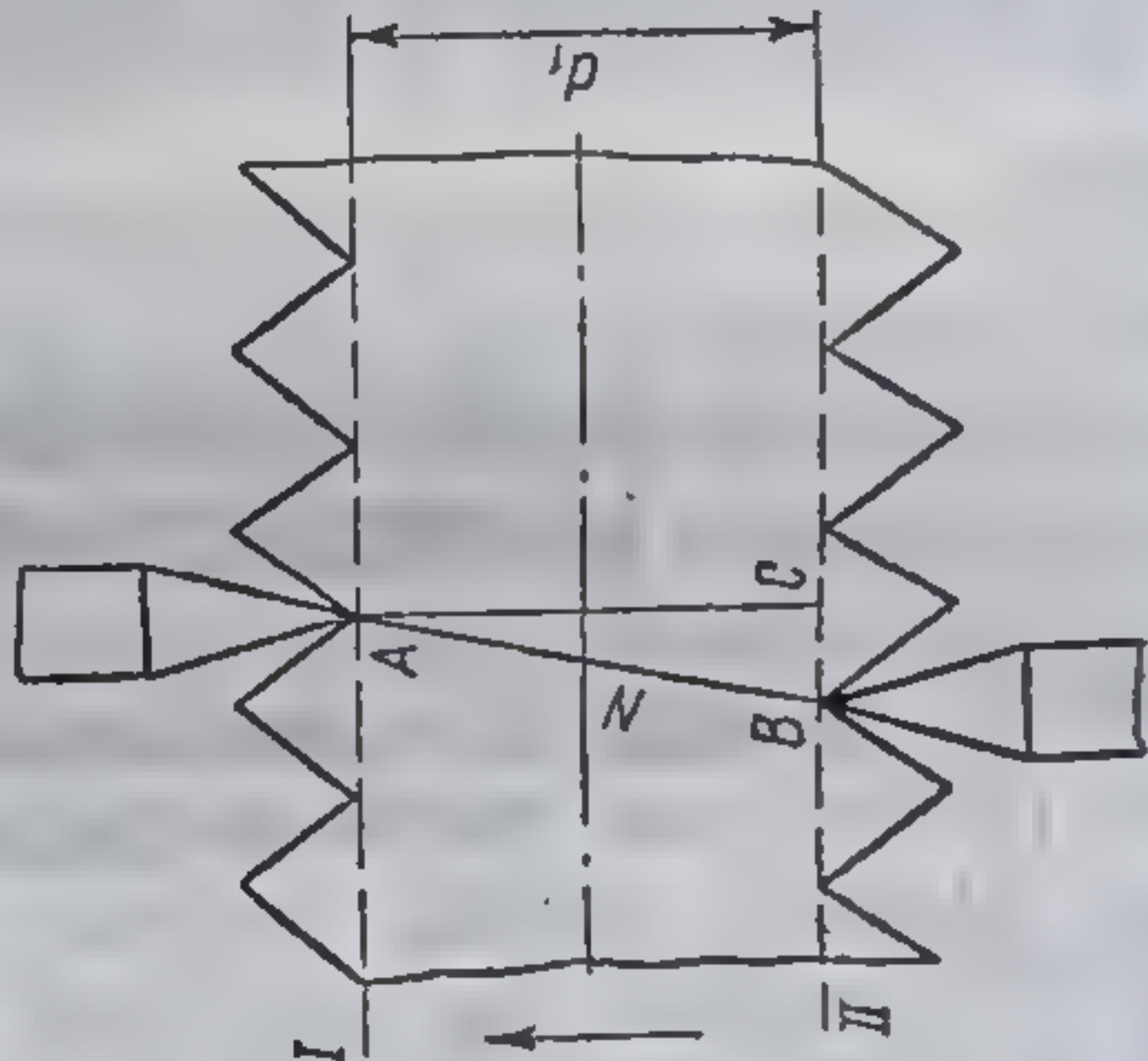
La filetarea în vîrtej se vor purta ochelari de protecție și se vor folosi ecrane de protecție contra aşchiilor.

Piese se vor măsura și controla numai după ce mașina-unealtă a fost oprită. Este cu desăvîrșire interzisă această operație de control în timpul lucrului.

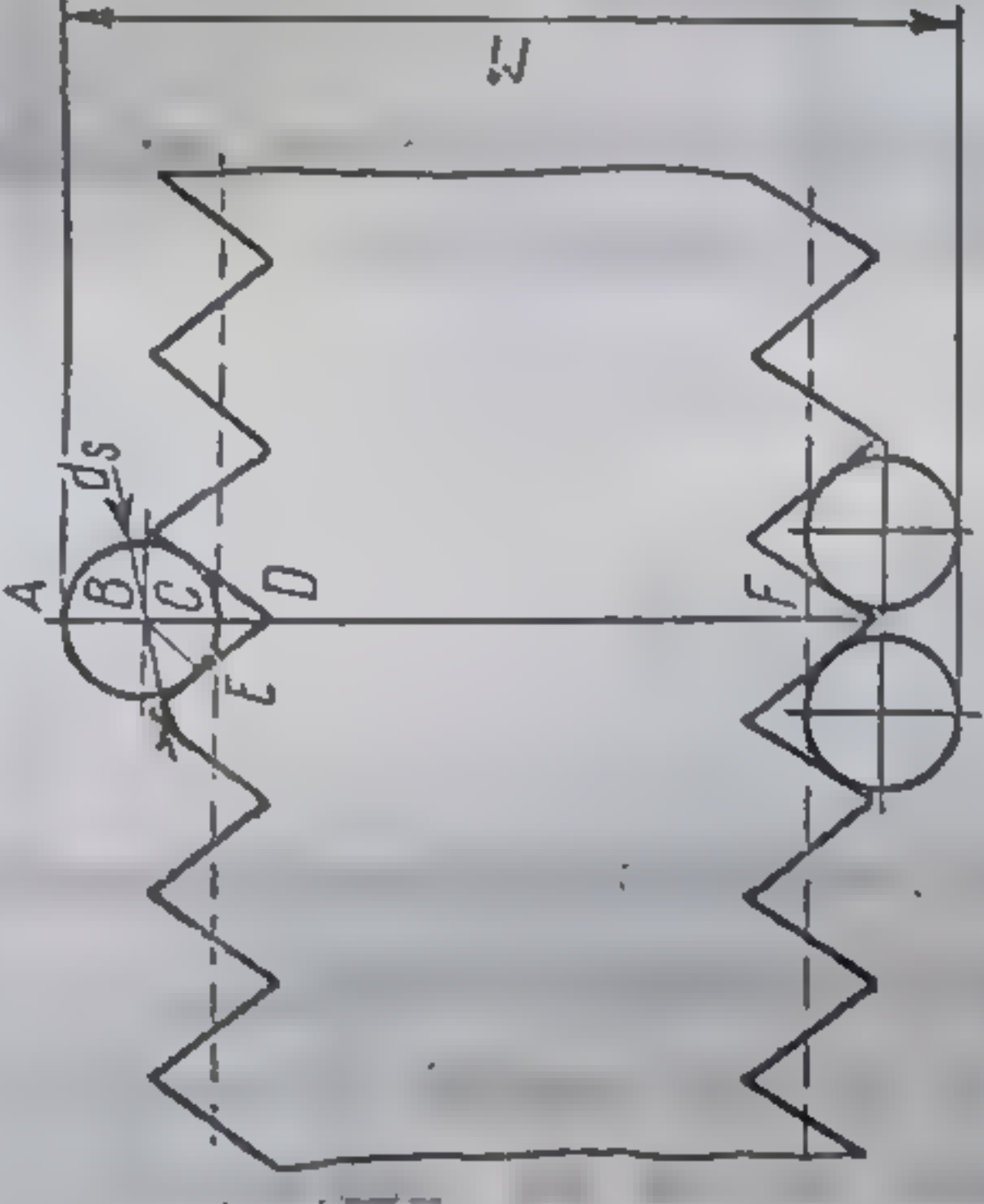
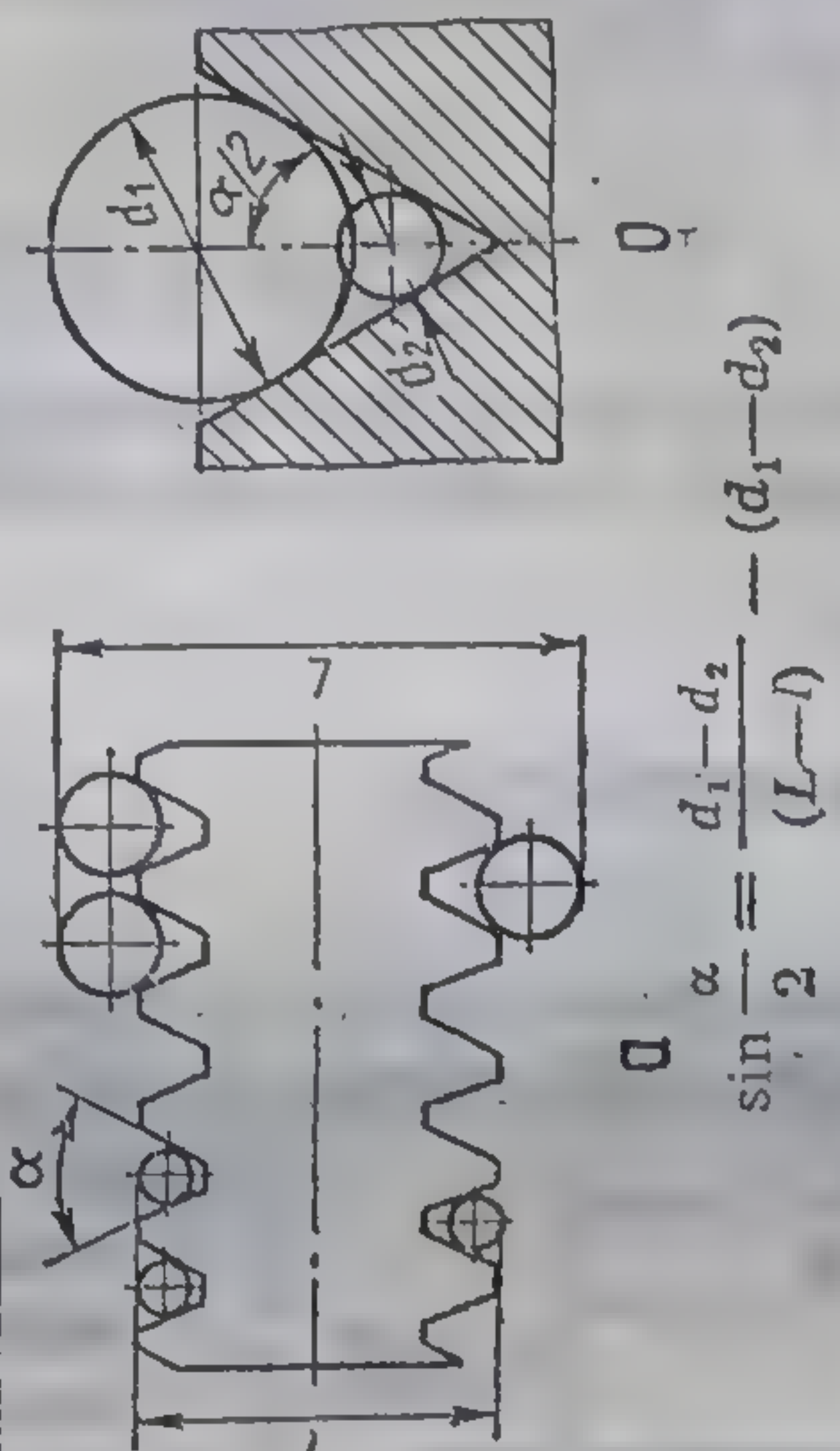
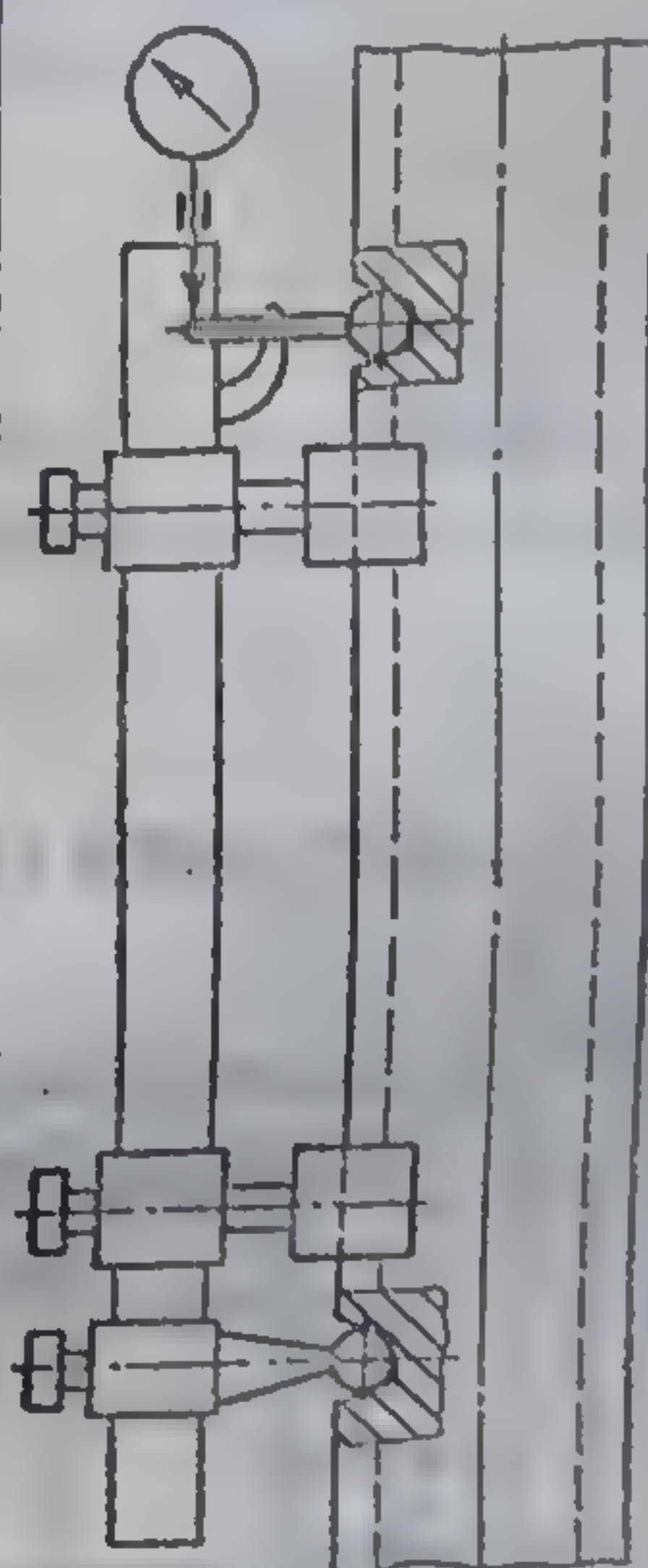
Cînd filetul se execută cu tarozi, este necesar să fie folosiți în mod succesiv toți tarozii din garnitură. Nu se admite folosirea din prima dată a ultimului tarod din garnitură, putîndu-se produce ruperi de scule. Pentru prevenirea spargerii tarozilor în timpul filetării pe diferite mașin-unelte se vor folosi mandrine speciale cu decuplare automată.

Aplicație. Să se stabilească tehnologia de fabricație a unui șurub conducător cu filet pătrat Pt 28×8, pentru un scaun cu înălțime reglabilă cu dimensiunile din figura 19.19. Materialul șurubului este OL 50 (STAS 500-68), iar lotul de fabricație este de 1 000 buc.

Metode și mijloace pentru verificarea elementelor principale ale filetelor

Nr. crt.	Parametrii de verificare	Schema de control	Metode și mijloace de măsurat
1	Verificarea aspectului exterior și aprecierea calității suprafeței		Control vizual și control comparativ cu mostre de rugozitate
2	Diametrul exterior d	—	Mijloace de măsurat universale, iar în cazul producției în serie mare se folosesc calibre limitative lise (tampon și potcoavă)
3	Diametrul interior d_1	$d_1 = \sqrt{N^2 - BC^2} = \sqrt{N^2 - \frac{p^2}{4}}$ 	Microscop de atelier sau universal, iar în cazul filetelor cu pas mare cu șublerile ale căror ciocuri au muchii de măsurat ascuțiți

Tabelul 19.3 (continuare)

Nr. crt.	Parametrii de verificare	Schema de control	Metode și mijloace de măsurat
4	Diametrul mediu d_2		<p>Micrometrul pentru filet (filete de precizie medie sau grosolană) prin metoda celor trei sârme la filetele de precizie ridicată</p>
5	Verificarea unghiurilor flancurilor	 $\alpha = \frac{d_1 - d_2}{L - l}$	<p>Microscopice de atelier și universale, șabloane pentru filet, raportoare și cu role cilindrice (din figură)</p>
6	Pasul p		<p>Microscopice de atelier și universale, pasametre, iar pentru identificare se folosește lera pentru filet</p>

Abaterile limită pentru dimensiunile fără indicații de toleranță vor fi în clasa mijlocie STAS 2300-75, conform tabelului:

Dimensiunea nominală, mm	<6	>6 ≤30	>30 ≤120	>120 ≤320
Abateri limită, mm	±0,1	±0,2	±0,3	±0,4
Lungimea laturii celei mai scurte a unghiului, mm	≤10			
Abateri limită	±1°			

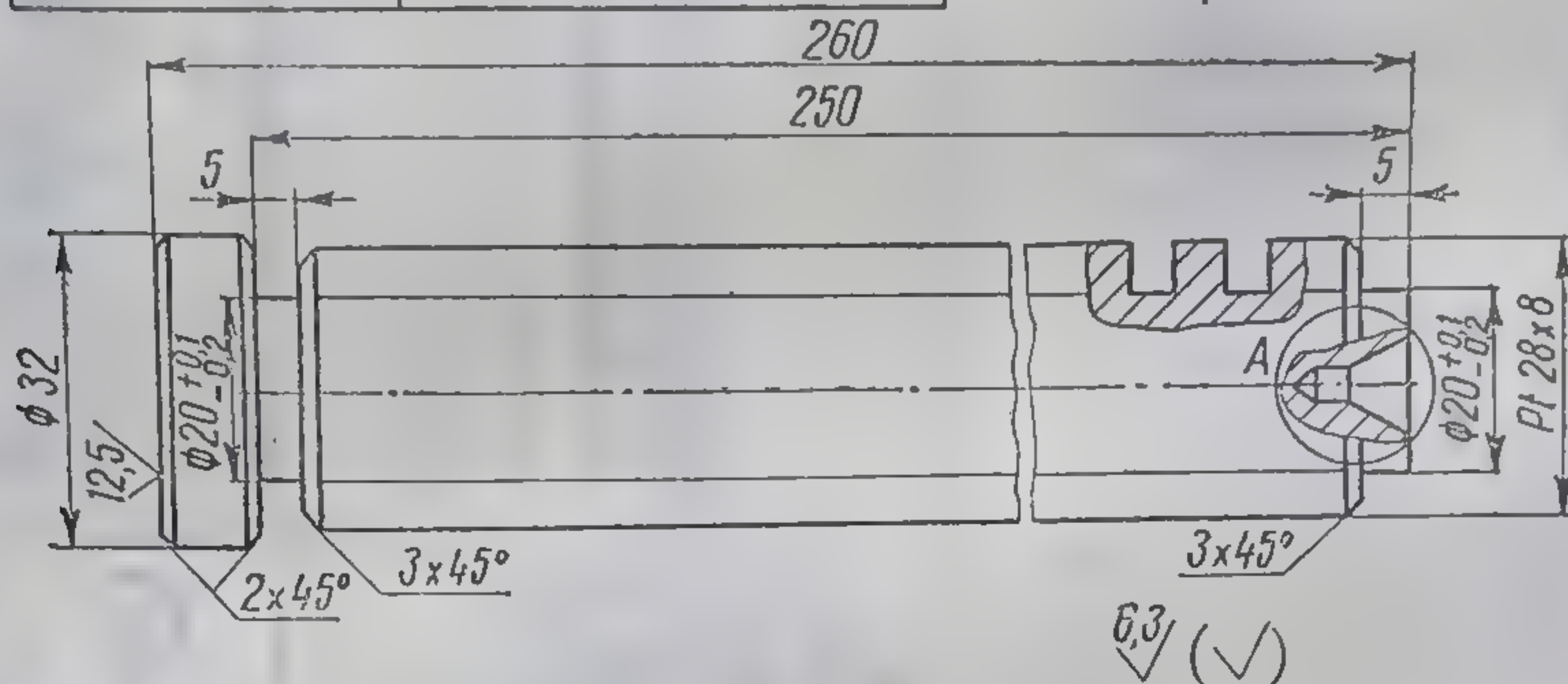
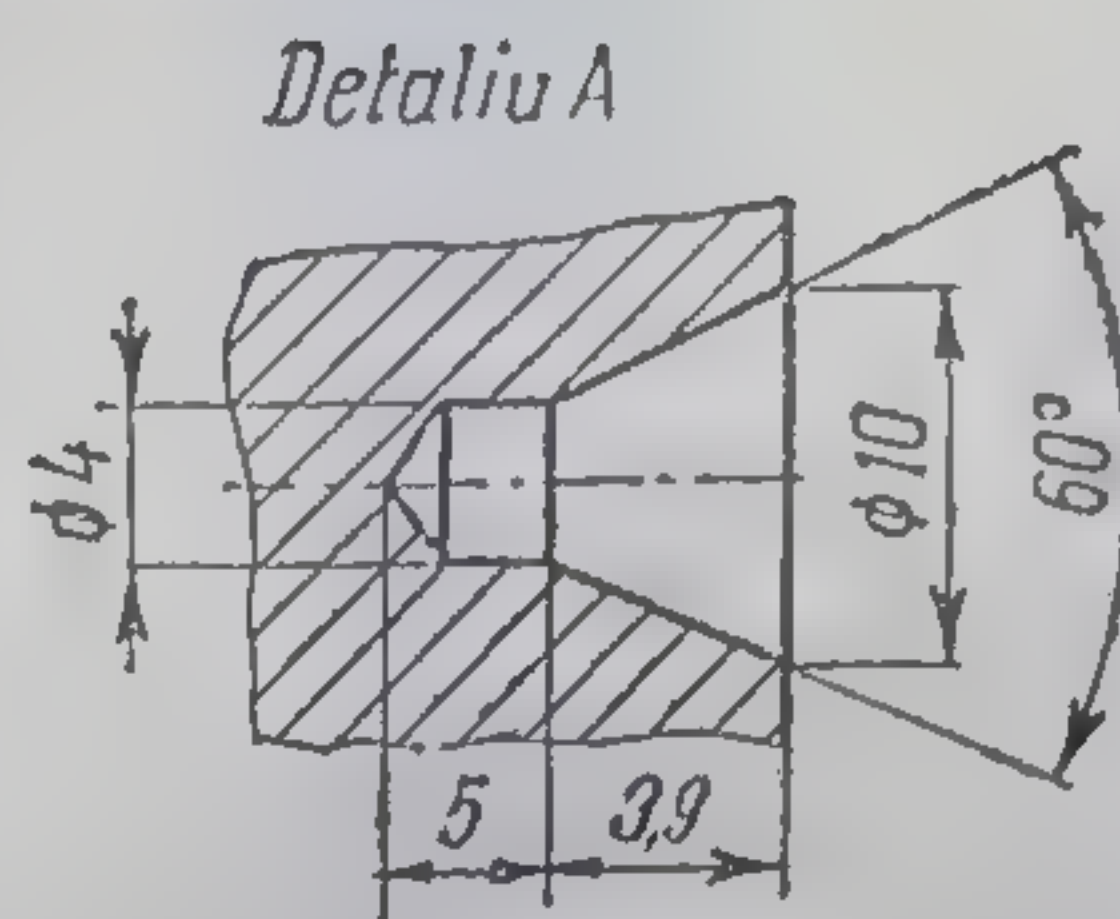
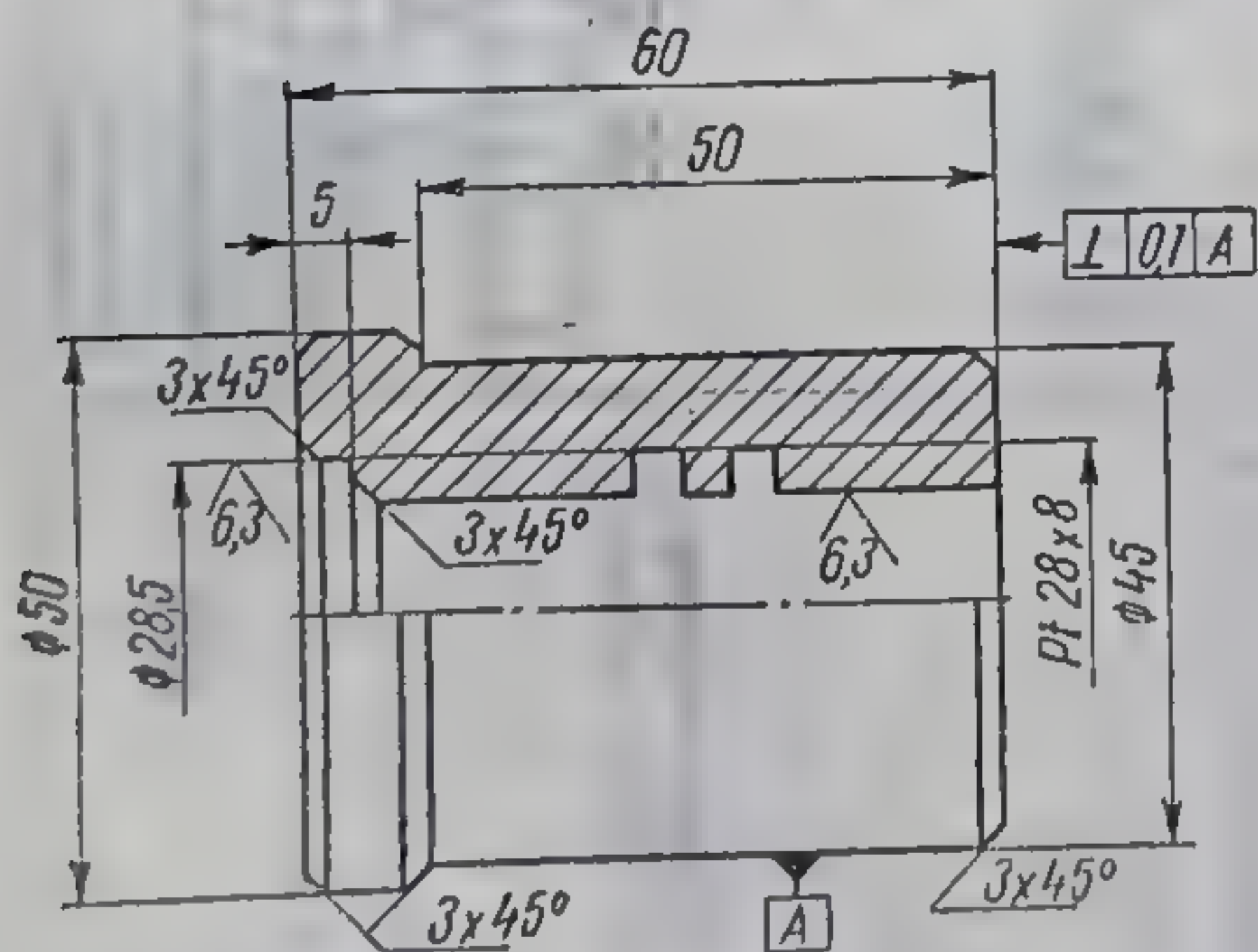


Fig. 19.19. Șurub cu filet pătrat.

Rezolvare. Din desenul de execuție se impune un semifabricat cu diametrul de 34 mm. Procesul tehnologic de execuție este arătat în tabelul 19.4.

VERIFICAREA CUNOȘTINȚELOR

1. Să se precizeze sculele folosite la filetare, menționându-se caracteristicile și utilizarea fiecăruia din punctul de vedere al productivității.



Dimensiunea nominală, mm	<6	>6 ≤30	>30 ≤120
Abateri limită, mm	±0,1	±0,2	±0,3
Toleranța la coaxialitate: 0,6 mm			
Toleranța bătăli radiale: 0,1 mm			

φ50 STAS 333-68 / OL 50 STAS 500-68

Fig. 19.20. Piuliță cu filet pătrat.

2. Să se arate modul în care se reglează mașina și să se determine elementele regimului de așchiere pentru executarea unui filet prin strunjire.

3. Să se arate ce metodă de așchiere se alege în cazul unui filet trapezoidal cu pasul mare și a unui filet triunghiular cu pasul mic.

4. Care sînt avantajele pe care le prezintă filetele obținute prin rulare față de cele obținute prin așchiere?

5. Cum se realizează controlul diametrului mediu și ce metode și mijloace se folosesc în acest scop?

6. Să se stabilească tehnologia de uzinare a unei piulițe rotunde cu guler cu filet pătrat Pt 28×8 (fig. 19.20) pentru șurubul conducător din aplicația rezolvată, la un lot de 1 000 buc.

Tabelul 19.4


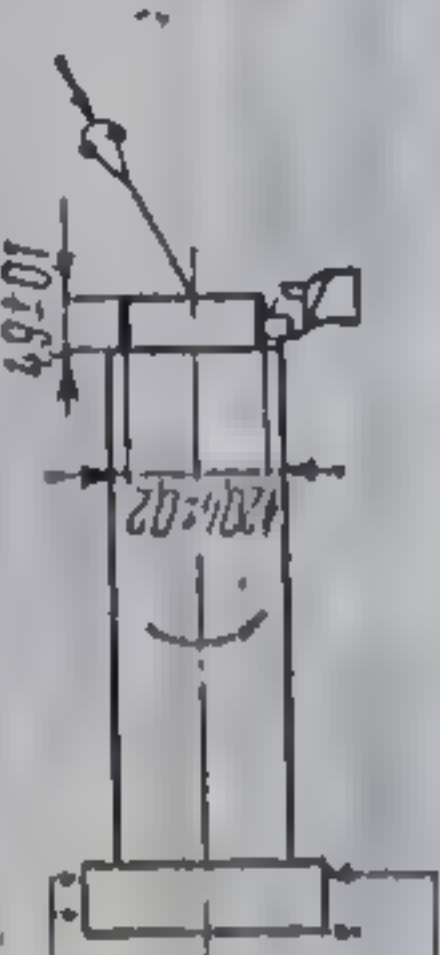
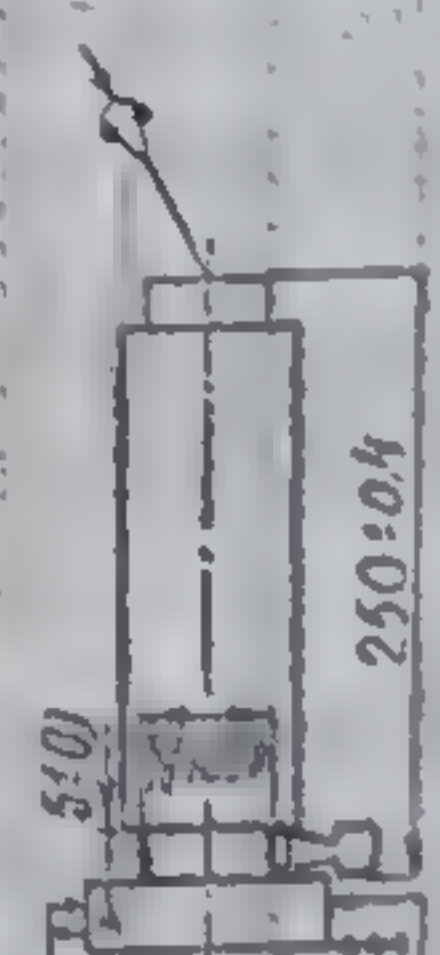
Operațiile și fazele tehnologice (cu schițele necesare)	Date tehnice	Utilaj	S.D.V.	Cat.	N _T	
					T _{pl**}	T _{u*}
Pregătirea sculelor și a verificatoarelor la începutul lucrării				I	1,5	—
Prins semifabricatul în universal (materialul a fost debitat inițial cu $l=266$ mm)	—		I	I	0,61	0,3
Executat strunjire frontală	$s=0,55$ mm/rot $n=955$ rot/min $t=3$ mm	SNA*** 500×1 000	Cușit 25×15 STAS 6386-67/P 20-I	I	0,1	0,68
Montarea burghiului de centrare în mandrină și introducerea acesteia în pinola păpușii mobile	—		Mandrină 10 STAS 1657-66	I	—	1
Centruire	$n=955$ rot/min $s=0,08$ mm/rot		Burghiu de centrare B4 STAS 1114-73/Rp 4 Șubler de exterior cu tijă de adâncime $L=150$ mm, precizie=0,1 mm	I	0,2	0,5
Scoaterea mandrinei și introducerea vârfului rotativ în pinola păpușii mobile	—		—	I	—	1
Prinderea piesei în universal și în vârful rotativ de centrare	—		Vîrf rotativ 2 Morse 4 — STAS 7628-66	I	—	0,56

* Timp unitar (valorile sînt exprimate în minute centesimale).

** Timp de pregătire — încheiere (valorile sînt exprimate în minute centesimale).

*** Pot fi folosite și alte strunguri cu alte caracteristici.

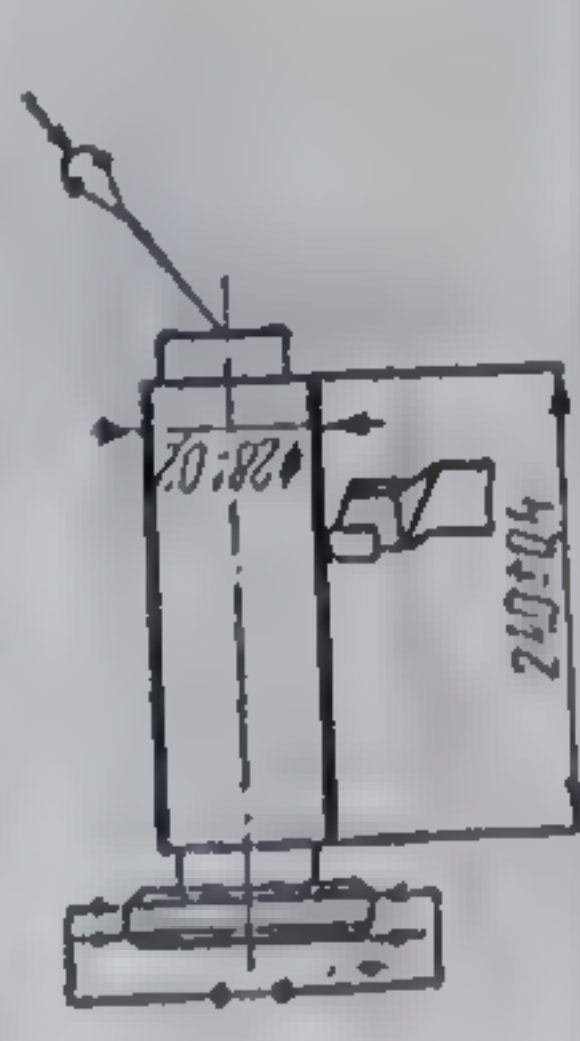
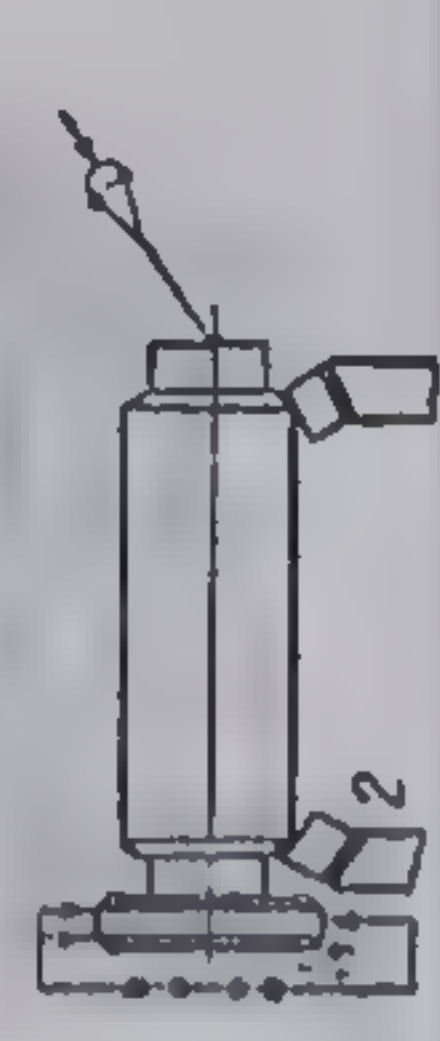
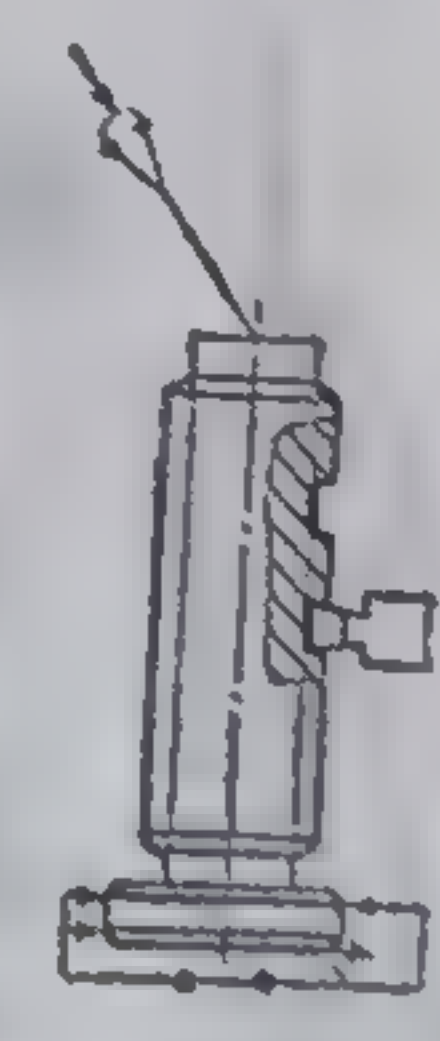
Tabelul 19.4 (continuare)

Operații și fazele tehnologice (cu schițele necesare)	Date tehnice	Utilaj	S.D.V.	Cat.	N _T	
					T _{p1}	T _u
Executat strunjire longitudinală-exterioară de degroșare ($\varnothing 28,4 \pm 0,2$) \times (249,4 \pm 0,4) mm 	$s=0,50$ mm/rot $n=1\ 200$ rot/min $t=3$ mm		Cuțit 25 \times 25 STAS 6381-67/P40-I Șubler de exterior cu două perechi de ciocuri $L=150$ mm (precizie 0,1 mm) Șubler de adâncime $L=300$ mm precizie=0,1 mm	I	0,3	12,60
Strunjire longitudinală-exterioară de degroșare ($\varnothing 20,4 \pm 0,2$) \times (4,9 \pm 0,1) mm 	$s=0,45$ mm/rot $n=1\ 500$ rot/min $t=3$ mm	SNA 500 \times 1 000	Cuțit 15 \times 25 STAS 6381-67/P40-I Șubler de exterior cu tijă de adâncime $L=150$ mm precizie=0,1 mm	I	0,3	2,72
Rotire portcuțit			—	I	—	0,04
Strunjire longitudinală-exterioară de finisare la ($\varnothing 20 \pm 0,1$) \times (5 \pm 0,1) mm	$s=0,18$ mm/rot $n=1\ 500$ rot/min $t=0,4$ mm		Cuțit 25 \times 16 STAS 6381-67/P20-I	I	0,2	4,18
Executat degajare exterioră ($\varnothing 20 \pm 0,2$) \times (5 \pm 0,1) mm 	$s=0,5$ mm/rot $n=460$ rot/min		Cuțit 25 \times 16 STAS 353-67/Rp3-II Șubler de exterior cu tijă de adâncime $L=150$ mm precizie=0,1 mm	I	0,3	2,85

Tabelul 19.4 (continuare)

Operații și fazele tehnologice (cu schițele necesare)	Date tehnice	Utilaj	S.D.V.	Cat.	M _T	
					T _{pl}	T _n
Desprins piesa întors și fixată între universal și vârful rotativ	—	SNA 500×1 000	Vîrf rotativ 2 Morse 4 — STAS 7629-66	I	—	0,5
Strunjire longitudinală de finisare ($\varnothing 32 \pm 0,3$) × (10 ± 0,1) mm	s = 0,18 mm/rot n = 400 rot/min t = 0,4 mm		Cuțit 25×16 STAS 6381-67/P20-I Șubler de exterior cu două pe- rechi de ciocuri L = 150 mm precizie = 0,1 mm	I	0,2	1,17
Rotire portcuțit	—		—	I	—	0,04
Strunjire frontală	s = 0,55 mm/rot n = 955 rot/min t = 3 mm	SNA 500×1 000	Cuțit 25×25 STAS 6382-67/P20-I	I	0,2	0,65
Executat teșitură ① 3×45°	rot/min n = 955		Cuțit 25×25 STAS 352-67/P40-I Șubler de exterior cu tijă de adîncime L = 150 mm precizie = 0,1 mm sau Șablon pentru verificat teși- turile	I	—	0,43
Executat teșitură ② 3×45°	n = 955 rot/min		Cuțit 25×25 stg. STAS 352-67/P40-I	I	—	0,43
Scoaterea piesei din universal	—	SNA 500×1 000	—	I	—	0,35
Întors piesa și fixată între universal și vârful rotativ	—		Vîrf rotativ 2 Morse 4 — STAS 7628-66	I	—	0,56

Tabelul 19.4 (continuare)

Operațiile și fazele tehnologice (cu schițele necesare)	Date tehnice	Utilaj	S.D.V.	Cat.	N _T	
					T _{pl}	T _u
Strunjire longitudinală exterioară de finisare la ($\varnothing 28 \pm 0,2$) \times (240 \pm 0,4) mm 	t = 0,4 mm s = 0,18 mm/rot n = 1 500 rot/min	SNA 500 \times 1 000	Cuțit 25 \times 16 STAS 6381-67/P20-I Șubler de exterior cu o pereche de ciocuri L = 300 mm, precizie = 0,1 mm	I	0,3	14,38
Rotire portcuțit	—		—	I	—	0,04
Executat teșitură ① 3 \times 45° 	n = 955 rot/min		Cuțit 25 \times 25 STAS 352-67/P40-I Șablon pentru verificat teșiturile	I	—	0,43
Executat teșitură ② 3 \times 45° (poz. 21)	n = 955 rot/min		Cuțit 25 \times 25 stg. STAS 352-67/P40-I	I	—	0,43
Rotire portcuțit	—		—	I	—	0,04
Executat filet exterior pătrat 28 \times 8 \times (240 \pm 0,4) 	n = 800 rot/min i = 8 treceri p = 8 mm		Cuțit 25 \times 16 STAS 6380-67/P20-I Calibru inel Pt. 28 \times 8 Șubler de exterior cu tijă de adâncime L = 150 mm, precizie = 0,1 mm	III	0,5	31,3
Desprîns piesa și așezat lângă mașină	—		—	I	—	0,36
Predarea lotului de piese și control final	—		Punct C.T.C.	I	0,5	—
Aducerea locului de muncă la starea normală	—		—	I	0,6	—
TOTAL TIMP/BUC.					6,21	80,57

Notă. Timpul de pregătire-închidere au fost stabilit pentru un număr de piese ce se execută în două schimburi.

Notă. Timpul de pregătire-închelerare au fost stabiliți pentru un număr de piese ce se execută în două schimburi.

CAPITOLUL 20

PRELUCRAREA PIESELOR CU DANTURĂ

Piese cu dantură ocupă un loc important în construcția de mașini, fiind folosite la transmiterea forțelor și la transmiterea și transformarea unor mișcări. Alegerea procedeului de prelucrare este influențată de destinația funcțională a danturii, utilajul disponibil pentru danturare, precizia de prelucrare a danturii impusă de documentația tehnică, starea suprafeței, costul etc.

1. MATERIALE ȘI SEMIFABRICATE FOLOSITE LA EXECUTAREA ROȚILOR DINȚATE

Materialele folosite pentru executarea roților dințate se aleg în funcție de rezistența la eforturile de solicitare statice și dinamice, rezistența la uzare și coroziune și viteza de funcționare. Materialele mai des utilizate sînt: oțelul, fonta, aliajele neferoase, pulberi sinterizate și materiale nemetalice.

Ca oțeluri se utilizează atât oțelurile de cementare cît și cele de îmbunătățire. Oțelurile de cementare cu mai largă utilizare sînt: OLC 10, OLC 15, 15 CO 8, 17 MC 10, 15 MoC 12, 21 MoMC 12, 13 N 23, 13 CN 33, iar cele de îmbunătățire: OL 50, OL 60, OT 50, OT 55, OT 60, OLC 45, 36 MS 12, 41 C 10, 41 MoC 11, 41 MoC 17, 42 VC 10. Pentru turnarea semifabricatelor din fontă se folosesc fontele cenușii, fontele aliate, fontele cu grafit nodular. Fontele se caracterizează prin rezistență mică la încovoiere și din această cauză utilizarea lor este limitată la roțile dințate care funcționează la viteze mici și care transmit puteri mici. În schimb, rezistă la uzare și la rupere.

Aliajele neferoase sînt întîlnite sub formă de bronzuri și alame și se folosesc pentru viteze periferice și puteri mici. Materialele nemetalice mai des întîlnite sînt: lemnul presat, materialele plastice stratificate (textolit, pertinax, betinax), materialele plastice stratificate din lemn (lignofol) etc. Sînt cazuri în care roțile executate din materiale nemetalice angrenează cu roți dințate din materiale metalice. Semifabricatele folosite în construcția roților dințate pot fi: laminate, turnate, forjate, matrițate, sinterizate și sudate.

Semifabricatele laminate pentru executarea roților dințate se prezintă sub formă de bare rotunde. Din semifabricat se taie bucăți, care apoi sînt supuse forjării sau matrițării. Roțile dințate se pot prelucra și direct din bare laminate. Acest procedeu, însă, este recomandat în pro-

ducția individuală la roțile de dimensiuni mici și la roțile care fac corp comun cu arborele.

Semifabricatele turnate se folosesc la executarea roților dințate din fontă, oțeluri și aliaje neferoase. Oțelurile se toarnă pentru roți dințate cu diametrul mai mare de 500—600 mm. Pentru roțile dințate care lucrează în condiții speciale se folosesc bronzuri cu staniu.

Semifabricatele obținute prin metodele metalurgiei pulberilor se întrebuintează la obținerea unor roți dințate, care adeseori nu mai sînt supuse altor prelucrări mecanice. Semifabricatele din materiale plastice se prezintă sub formă de bare, plăci sau roți cărora urmează a se prelucra alezajul și dantura.

Semifabricatele obținute prin sudare se aplică în cazul roților dințate de dimensiuni mari. Acest procedeu este mai avantajos decît turnarea, dacă diametrul roții depășește 1.000 mm.

2. SCULE FOLOSITE LA PRELUCRAREA PIESELOR CU DANTURĂ

Dantura roților dințate se poate executa prin două metode, și anume:

— prin *metoda copierii*, care se bazează pe prelucrarea dinților cu ajutorul unor scule profilate, a căror formă corespunde cu golul dintre dinți. Sculele folosite la această metodă sînt frezele disc-modul, frezele deget-modul și capetele profilate pentru prelucrat dantura;

— prin *metoda rulării*, profilul dintelui obținîndu-se în urma mișcării relative dintre tășurile sculei (care reprezintă profilul cremalierei conjugate sau profilul dintelui roții dințate conjugate) și semifabricat. Sculele care lucrează după metoda rulării sînt: cuțitele pieptene-modul, frezele melc-modul, cuțitele roată pentru mortezat dantura, cuțitele pentru rabotarea roților conice cu dinți drepți, capetele pentru prelucrat danturi conice cu dinți curbi, broșele, șeverele etc.

a. Freze disc-modul

Frezele disc-modul (fig. 20.1) sînt utilizate la prelucrarea danturii roților dințate pe mașinile de frezat universale echipate cu cap divizor prin operațiile de degroșare (fig. 20.1, a) și de finisare (fig. 20.1, b) sau pe mașini speciale în cazul modulelor mari. Aceste freze permit prelucrarea roților dințate cilindrice cu dinți drepți sau cu dinți înclinați, precum și prelucrarea cremalierei.

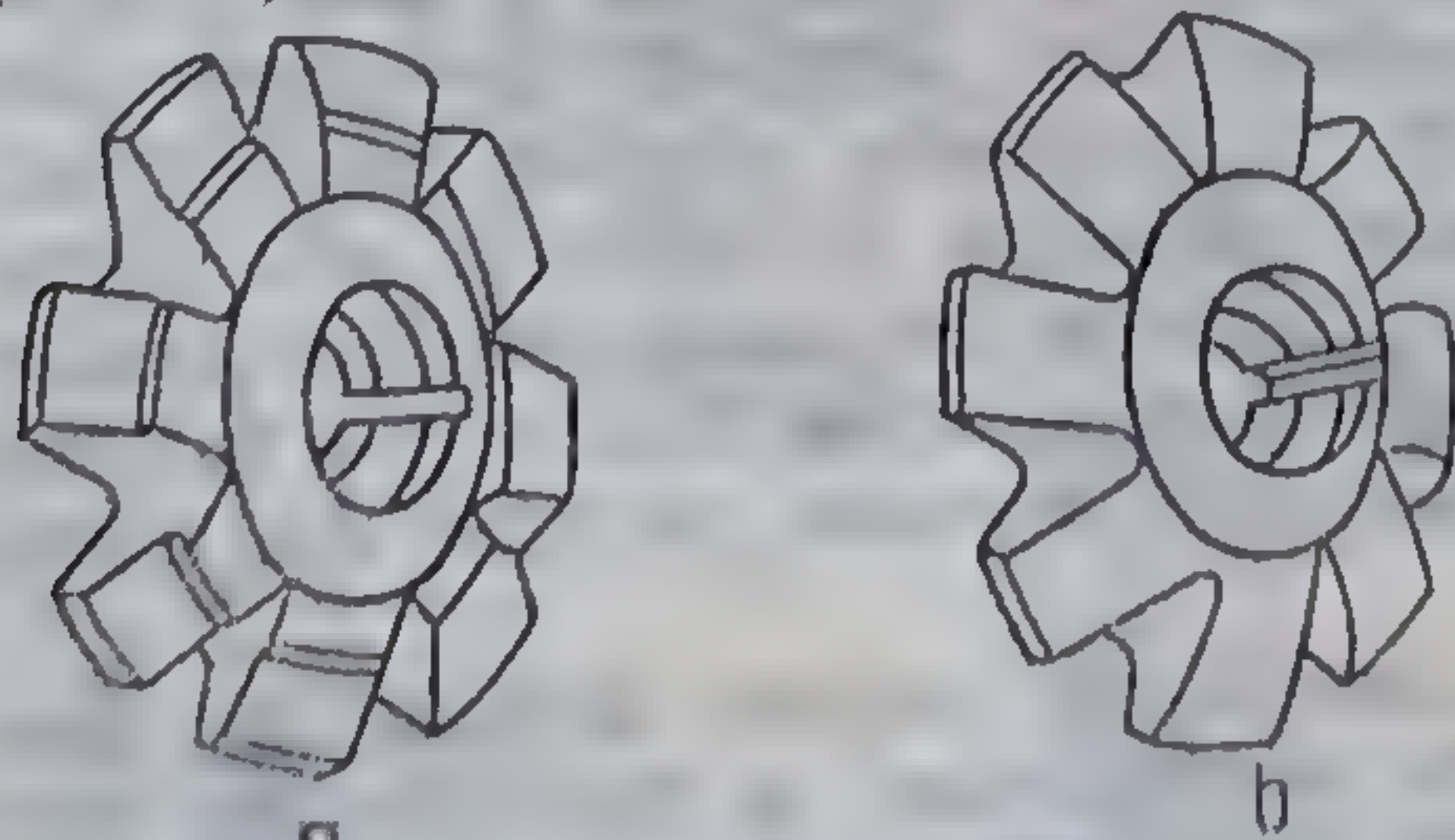


Fig. 20.1. Freza disc modul pentru tălat roți dințate.

Pentru a se obține o dantură corectă, freza modul trebuie să corespundă întocmai modulului și numărului de dinți ai roții. Întrucît acest lucru ar însemna executarea unui număr prea mare de freze modul, în practică se folosesc serii de freze formate din

8 freze modul, în cazul executării unor roți dințate cu module mai mici de 10 mm, sau seria de 15 freze modul, când se execută roți dințate cu module mai mari de 10 mm (tabelul 20.1).

Tabelul 20.1

Alegerea frezei modul

Numărul frezei	Modul frezei	Numărul de dinți z pe care-l poate tăia freza-modul la roata de prelucrat	Numărul frezei	Modulul frezei	Numărul de dinți z pe care-l poate tăia freza-modul la roata de prelucrat
1	Garnitura de 8 freze pentru modulul $m = (0,8 \dots 10)$ mm	12—13	1	Garnitura de 15 freze pentru modulul $m = (10 \dots 75)$ mm	12
2		14—16	1½		13
3		17—20	2		14
4		21—25	2½		15—16
5		26—34	3		17—18
6		35—54	3½		19—20
7		55—134	4		21—22
8		135—cremalieră	4½		23—25
			5		26—29
			5½		30—34
			6		35—41
			6½		42—54
			7		55—79
			7½		80—134
			8		135—cremalieră

b. Frezele deget-modul

Frezele deget-modul (fig. 20.2) se folosesc pentru executarea dinților la roțile care nu permit utilizarea frezelor disc-modul. Profilul dinților frezelor deget-modul corespunde modulului și numărului de dinți ai roții care urmează a se executa. Aceste freze, după faza prelucrării, sînt de două feluri: pentru degroșare (fig. 20.2, a), prevăzute cu canalele 1, necesare fragmentării așchiilor, și pentru finisare (fig. 20.2, b). Cu frezele deget-modul se pot executa dantura exterioară dreaptă și înclinată și dantura roților dințate cu dinți înclinati în V.

Frezele modul prezintă următoarele avantaje: execuție simplă a sculei, cost redus și posibilitatea utilizării lor pe mașini-unelte universale. Dezavantajele constau în faptul că au o productivitate mică și o precizie scăzută a danturii prelucrate. Acest fapt nu le recomandă pentru producție în serie. Frezele de degroșare pentru modul mare se execută cu dinți demontabili din oțel rapid.

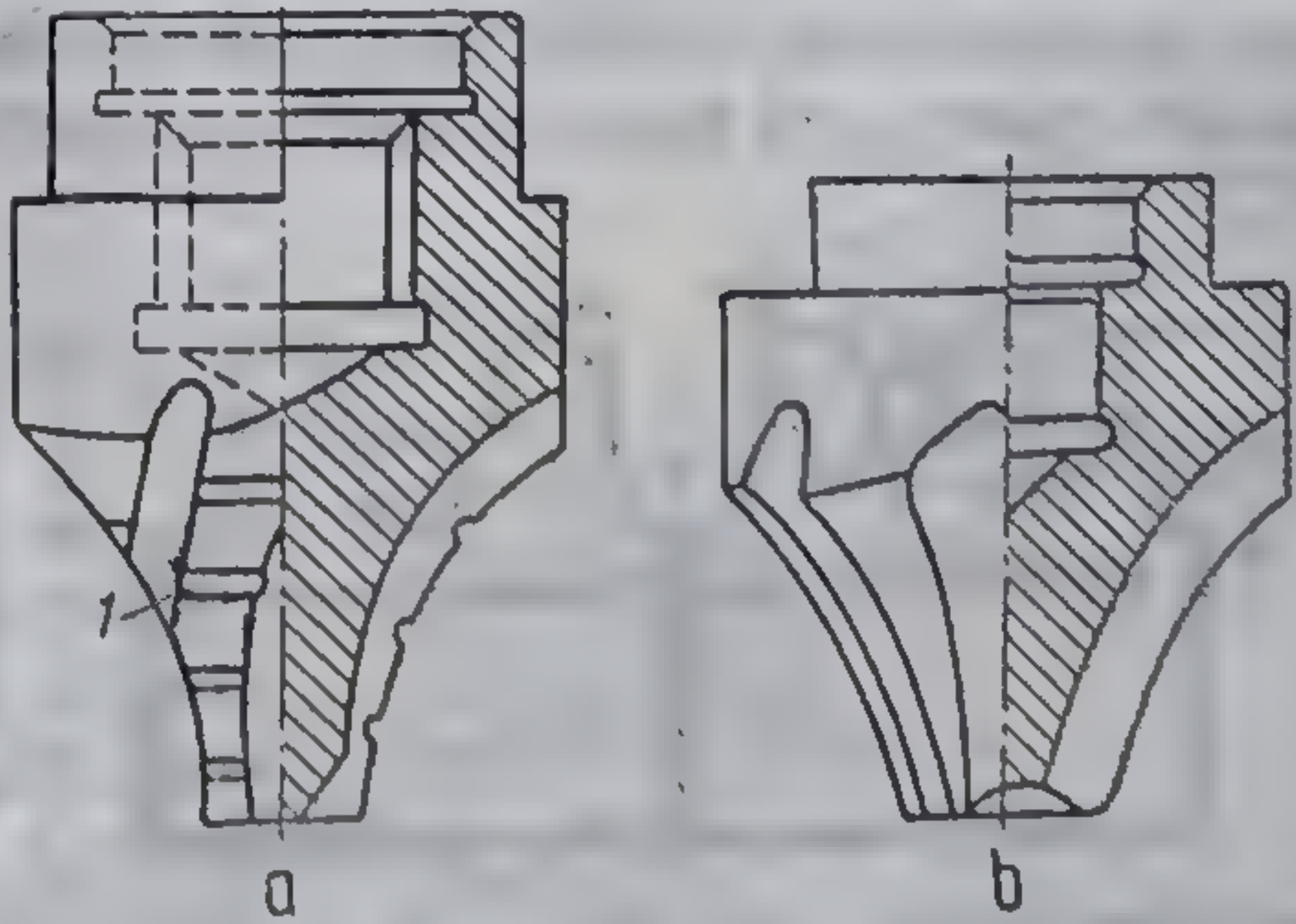


Fig. 20.2. Freză deget-modul.

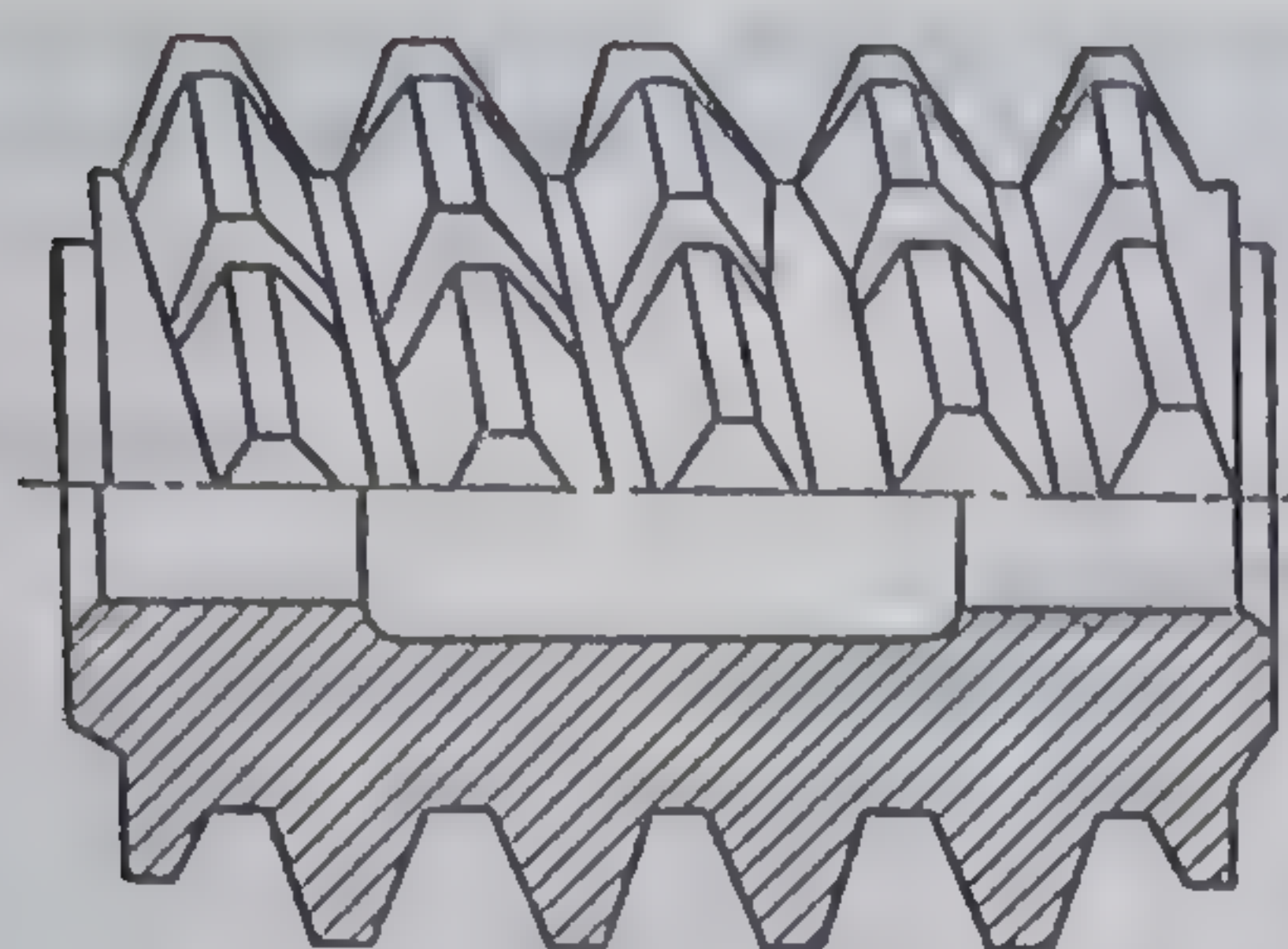


Fig. 20.3. Freză melc-modul pentru roți dințate.

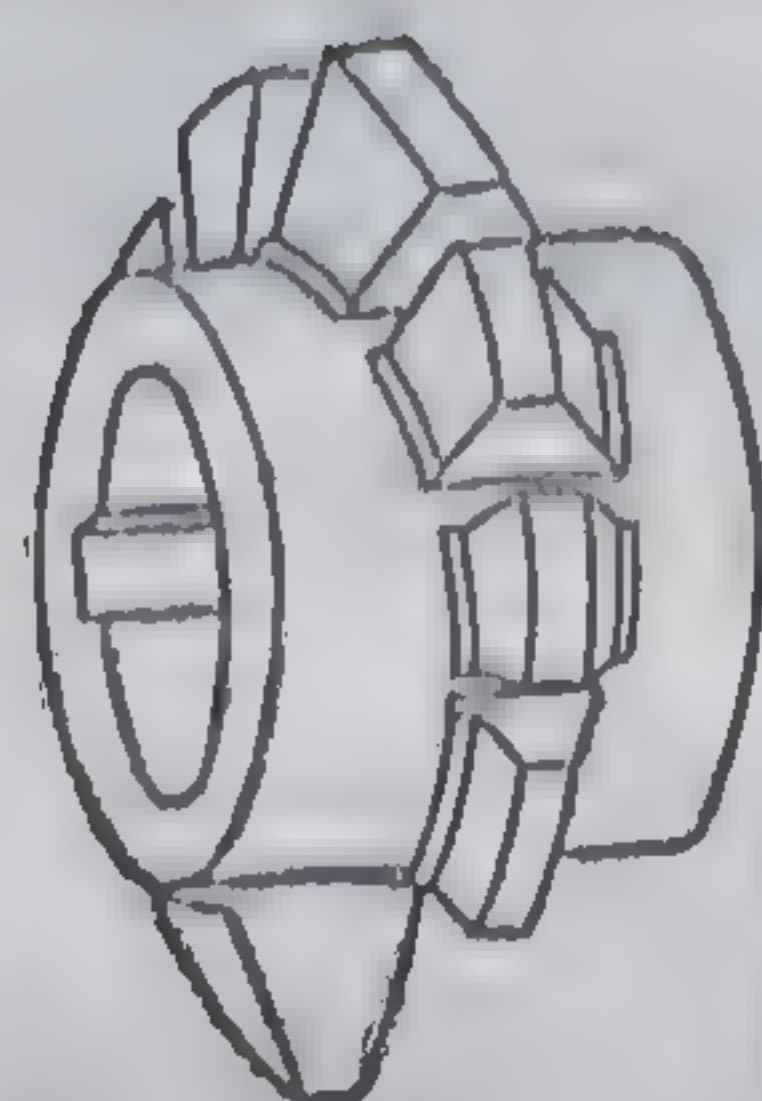


Fig. 20.4. Freză melc simplificată.

c. Capetele profilate

Capetele profilate sînt prevăzute cu un număr de cuțite egal cu numărul golurilor danturii de prelucrat și avînd profilul acestora. Ca urmare, fiecare gol fiind prelucrat de un cuțit, roata dințată este prelucrată simultan pe întreaga periferie. Prelucrarea se execută prin procedeul de mortezare, pe mașini speciale. Metoda permite obținerea unor productivități mari, precizia de prelucrare, însă, este relativ scăzută, ceea ce impune ca roțile obținute pe această cale să fie ulterior finisate (de exemplu prin șeveruire).

d. Frezele melc-modul

Frezele melc-modul (fig. 20.3) se folosesc la prelucrarea danturii roților dințate prin procedeul rulării, pe mașini specializate. Frezele melc-modul se construiesc pentru seria de module cuprinse între 1 și 20 mm. Gama diametrelor la care se execută aceste scule este cuprinsă între 63 și 250 mm.

Frezele melc cu 1—3 începuturi și, în cazul prelucrării roților dințate de module mai mari de 4—5 mm, se execută cu dinți demontabili, pentru a reduce cheltuielile cu materialul corpului frezei care, în acest caz, poate fi executat din oțel de calitate inferioară. Cu aceste freze se execută degroșarea și finisarea danturilor cu dinți drepi și înclinați. Pentru prelucrarea roților dințate cu un număr mare de dinți, se recomandă să se folosească frezele melc simplificate (fig. 20.4), cu 1 sau 2 spire, dinții avînd înălțimi crescînde în sensul avansului de pătrundere a frezei în așchie.

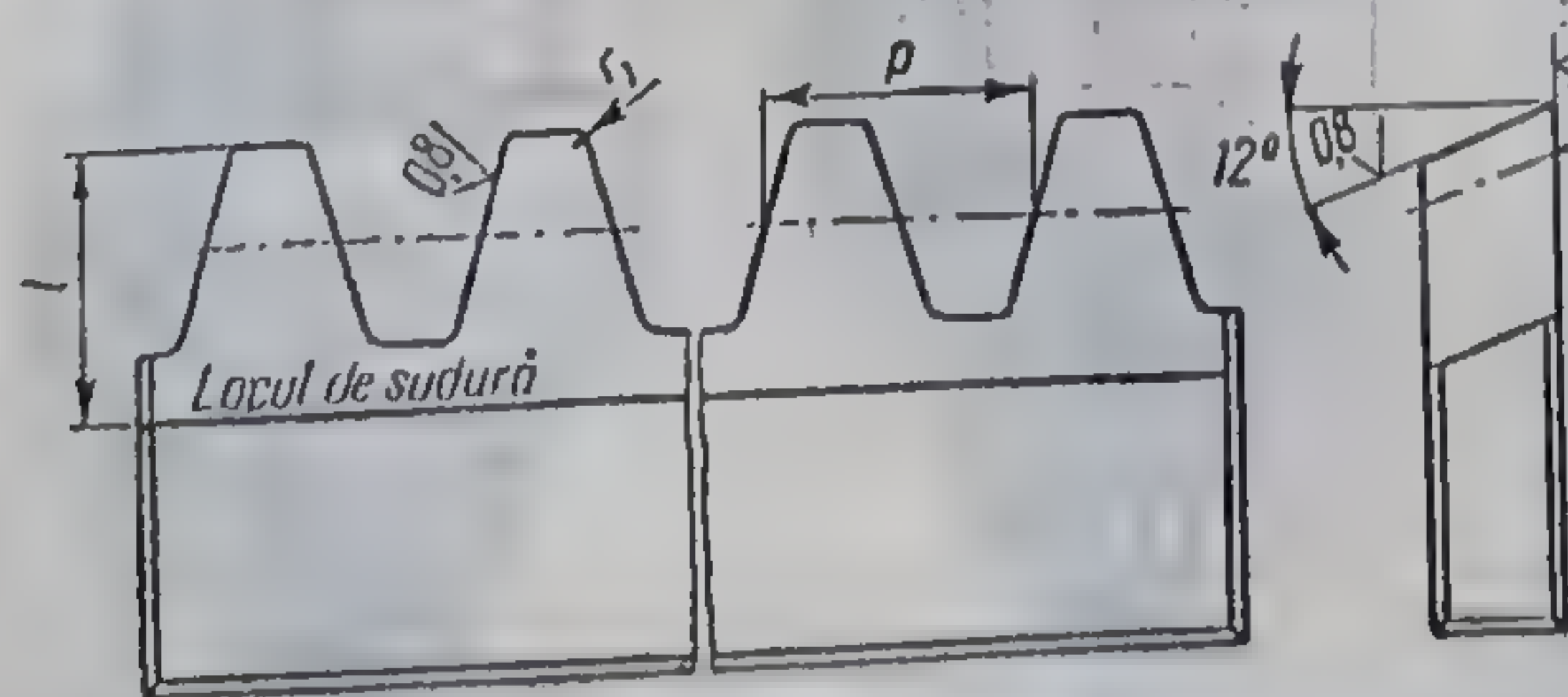


Fig. 20.5. Elementele cuțitului pieptene cu dinți drepi.

e. Cuțitele pieptene de mortezat dantura

Acste cuțite (fig. 20.5) sînt cele mai simple scule care prelucrează dantura

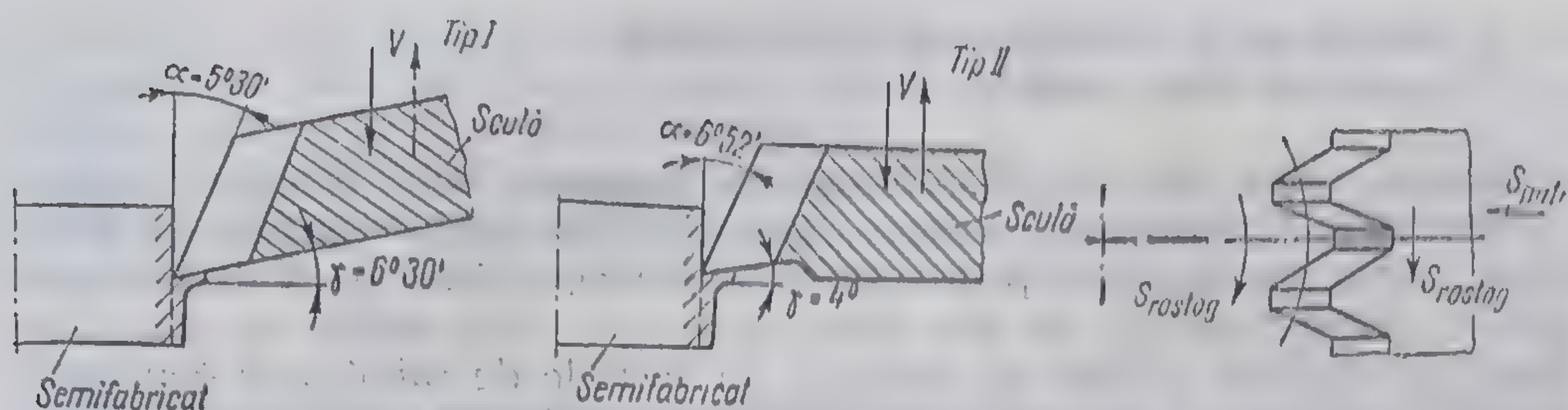


Fig. 20.6. Schema de aşchiere cu cuţite pieptene.

prin metoda rulării. Ele au forma unor piepteni a căror dinţi sînt astfel executaţi încît în mişcarea lor pot efectua prelucrarea danturii roţii dinţate. Prelucrarea se face în cicluri succesive, datorită lungimii limitate a sculei, inferioară ca mărime lungimii cercului de bază al roţii de prelucrat. În funcţie de felul fixării cuţitului, în practică se întîlnesc două tipuri de cuţite: (fig. 20.6):

— cuţitul de tipul I, la care unghiul de degajare γ se obţine prin aşezarea înclinată a cuţitului;

— cuţitul de tip II, la care unghiul de degajare γ se realizează din construcţie şi ascuţire.

În funcţie de felul danturii (cu dinţi dreپţi sau înclinaţi), cuţitele pieptene sînt prevăzute cu dinţi dreپţi pentru prelucrarea danturii dreپte şi cu dinţi dreپţi sau înclinaţi, pe dreapta sau pe stînga, pentru prelucrarea danturii înclinate sau în V. Cuţitele pieptene sînt scule uşor de realizat şi de reascuţit şi cu ajutorul lor se obţin calităţi superioare ale suprafeţelor prelucrate.

f. Cuţitele roată

Aceste cuţite sînt destinate pentru executarea danturii roţilor cilindrice prin metoda rulării, procedeul de prelucrare fiind mortezarea sau rabotarea. Ele au aspectul unor roţi dinţate, cu dinţi dreپţi sau înclinaţi, prevăzuţi cu unghiurile de aşezare α şi de degajare γ , necesare efectuării procesului de aşchiere (fig. 20.7). În timpul aşchierii danturii, semifabricatul 1 şi cuţitul roată 2 se rotesc unul faţă de celălalt; cuţitul roată execută în plus şi o mişcare rectilinie-alternativă.

După construcţie, aceste cuţite pot fi: cu alezaj şi cu coadă. Acestea din urmă sînt folosite în special sau pentru danturi interioare.

La executarea danturii înclinate se folosesc cuţite roată cu dinţi înclinaţi pentru danturarea roţilor cilindrice cu dinţi elicoidali şi a roţilor cu dinţi în V. În acest scop, dinţii săi sînt înclinaţi cu unghiul ω egal ca mărime şi opus ca semn unghiului de înclinare a dinţilor roţii prelucrate.

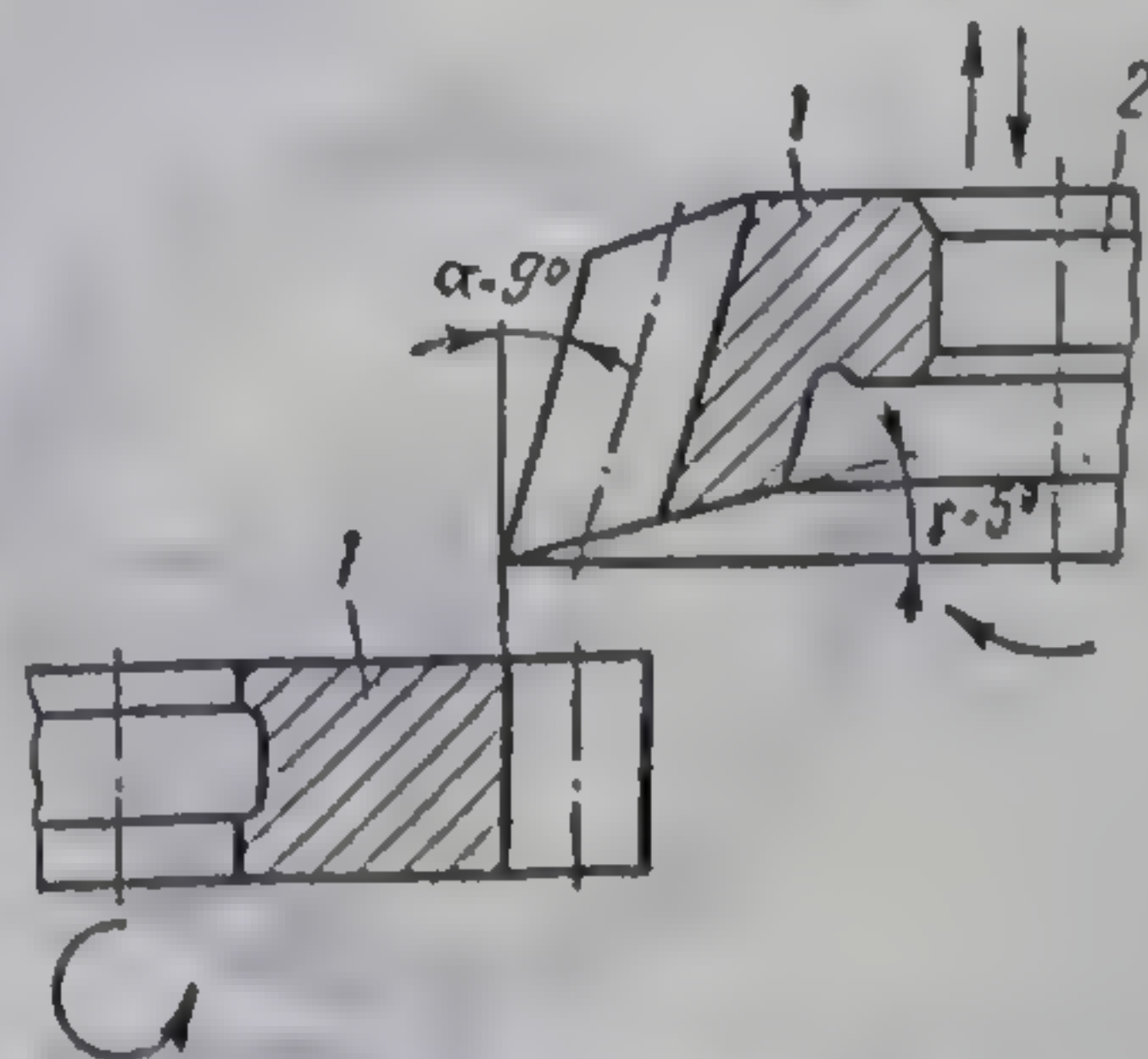


Fig. 20.7. Geometria cuţitului roată.

g. Sculele pentru danturarea roților dințate conice cu dinți rectilinii

Aceste cuțite sînt: cuțitele de rabotat, frezele disc și broșele circulare.

1) *Cuțitele de rabotat* servesc la prelucrarea roților dințate conice cu dinți drepți sau înclinați prin rulare, cu divizare dinte cu dinte. În funcție de mașina-unealtă, se pot folosi unul sau două cuțite; al doilea caz fiind cel mai des utilizat în practică. La cuțitele de rabotat se deosebesc: partea așchietoare profilată, care asigură realizarea profilului danturii conice în evolventă, și partea de fixare prevăzută cu găuri filetate pentru fixarea cuțitului în suportul special al mașinii (fig. 20.8).

2) *Frezele disc*. La prelucrarea roților conice cu dinți drepți se folosesc două freze disc cu dinți laterali demontabili (fig. 20.9), generarea flancului evolventic făcîndu-se prin rulare. Flancurile active ale dinților frezei sînt rectilinii, iar frezele se construiesc cu diametrul de 150 mm, 275 mm și, în unele cazuri, pentru module mari, diametrul ajunge la 600 mm.

3) *Broșele circulare* sînt folosite la danturarea roților dințate conice cu dinți drepți. Scula așchietoare are 75 de dinți așchietori (fig. 20.10), prelucrarea unui dinte făcîndu-se la o rotație a sculei, după care urmează divizarea cu un dinte a roții și ciclul se reia. Broșa are 48 de dinți așchietori, pentru degroșare, 7 dinți de semifinisare și 20 de dinți de finisare, fiind formată din mai multe segmente cu 4—5 dinți. Discul broșei

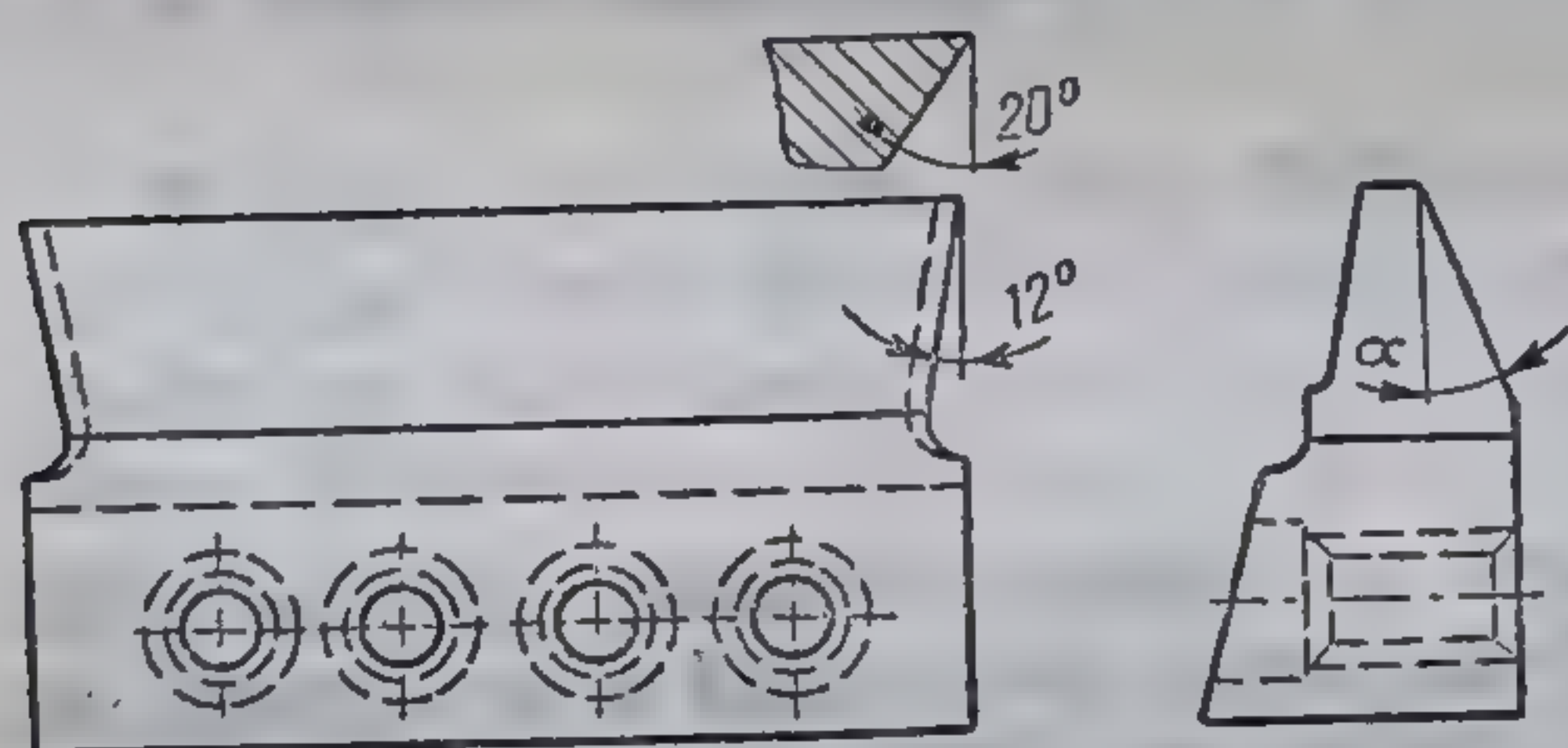


Fig. 20.8. Cuțit pentru rabotat roți conice.

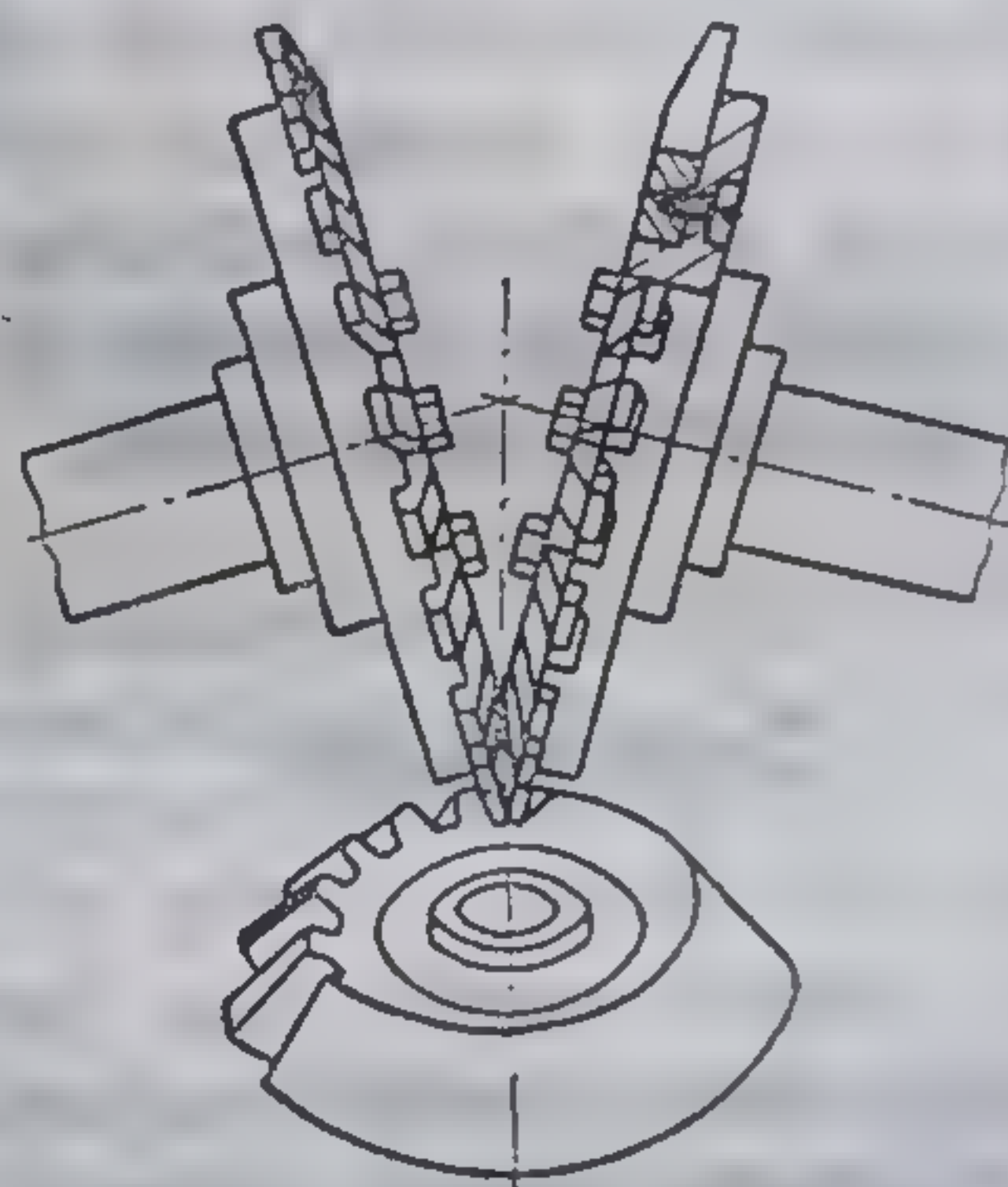


Fig. 20.9. Frezarea prin rulare a roților conice, cu frezele disc cu dinți laterali.

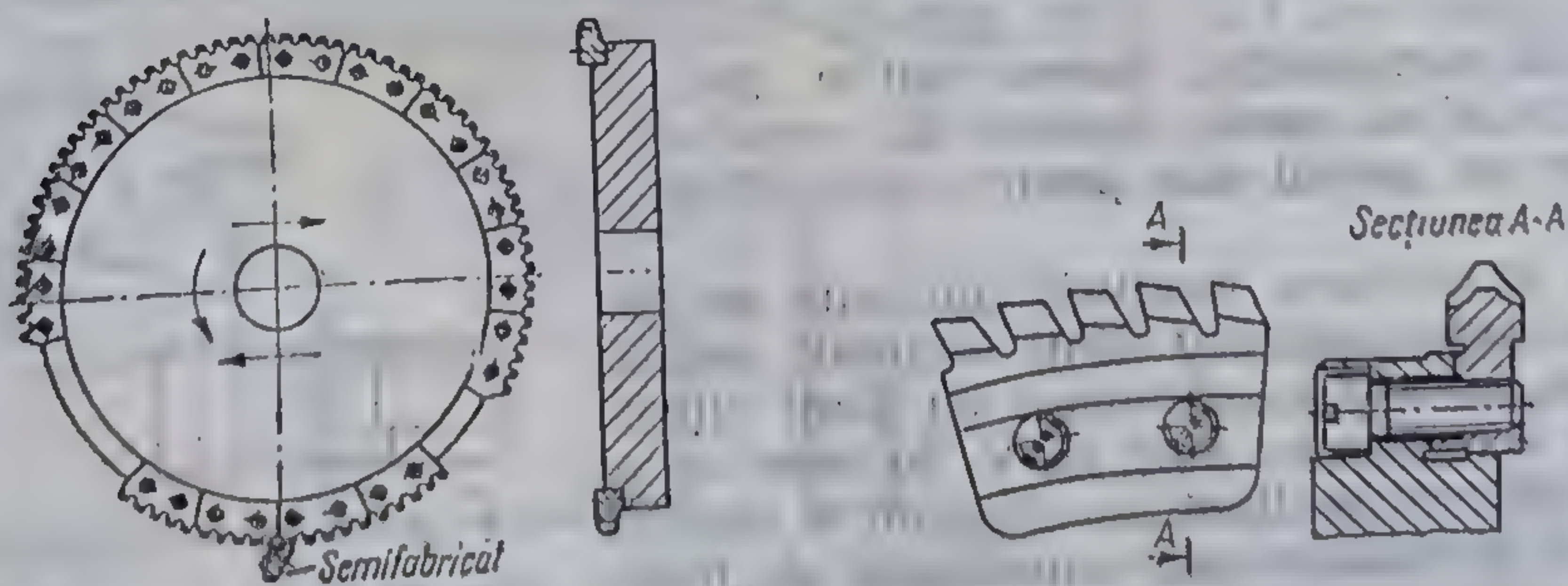


Fig. 20.10. Broșarea danturii conice.

prezintă două porțiuni fără dinți: în prima porțiune se poate așeza un dispozitiv cu dinți așchietori pentru tesirea dinților roții, iar pe a doua porțiune se realizează mișcarea de divizare.

În timpul așchierii, broșa are o mișcare de rotație, corespunzătoare vitezei principale de așchiere, și o mișcare de avans, realizată prin deplasarea rectilinie a broșei pe directoarea dintelui roții.

h. Sculele pentru danturarea roților dințate conice cu dinți curbi

Aceste scule sînt de forma unor capete speciale asemănătoare frezelor frontale avînd cuțitele dispuse pe un cerc (fig. 20.11, a) sau pe o spirală (fig. 20.11, b). Ambele tipuri de capete au același principiu de lucru, diferind numai metoda de generare a danturii. La capetele cu cuțite dispuse pe cerc, divizarea se face dinte cu dinte, pe cînd la capetele cu cuțite dispuse în spirală prelucrarea danturii se execută continuu. Cuțitele se execută din oțel rapid; parametrii geometrici necesari așchierii se obține prin ascuțirea lor în dispozitive speciale. Capetele se execută de diferite dimensiuni cu 4 pînă la 20 de cuțite.

i. Severele

Severele sînt sculele așchietoare destinate operației de finisare a flancurilor dinților prelucrați prin frezare sau mortezare. În urma șeveruirii rezultă roți dințate cu flancuri mai curate și cu angrenare mai corectă.

Din punct de vedere constructiv, severele pot fi: disc (fig. 20.12, a), cele mai răspîndite, întrucît sînt ușor de realizat, cremalieră (fig. 20.12, b) și melc (fig. 20.12, c). Severele se execută din oțel rapid și se ascut pe mașini de rectificat.

j. Sculele pentru prelucrarea prin rulare a profilelor neevolventice

Aceste scule sînt folosite în cazul producției în serie mare și în masă.

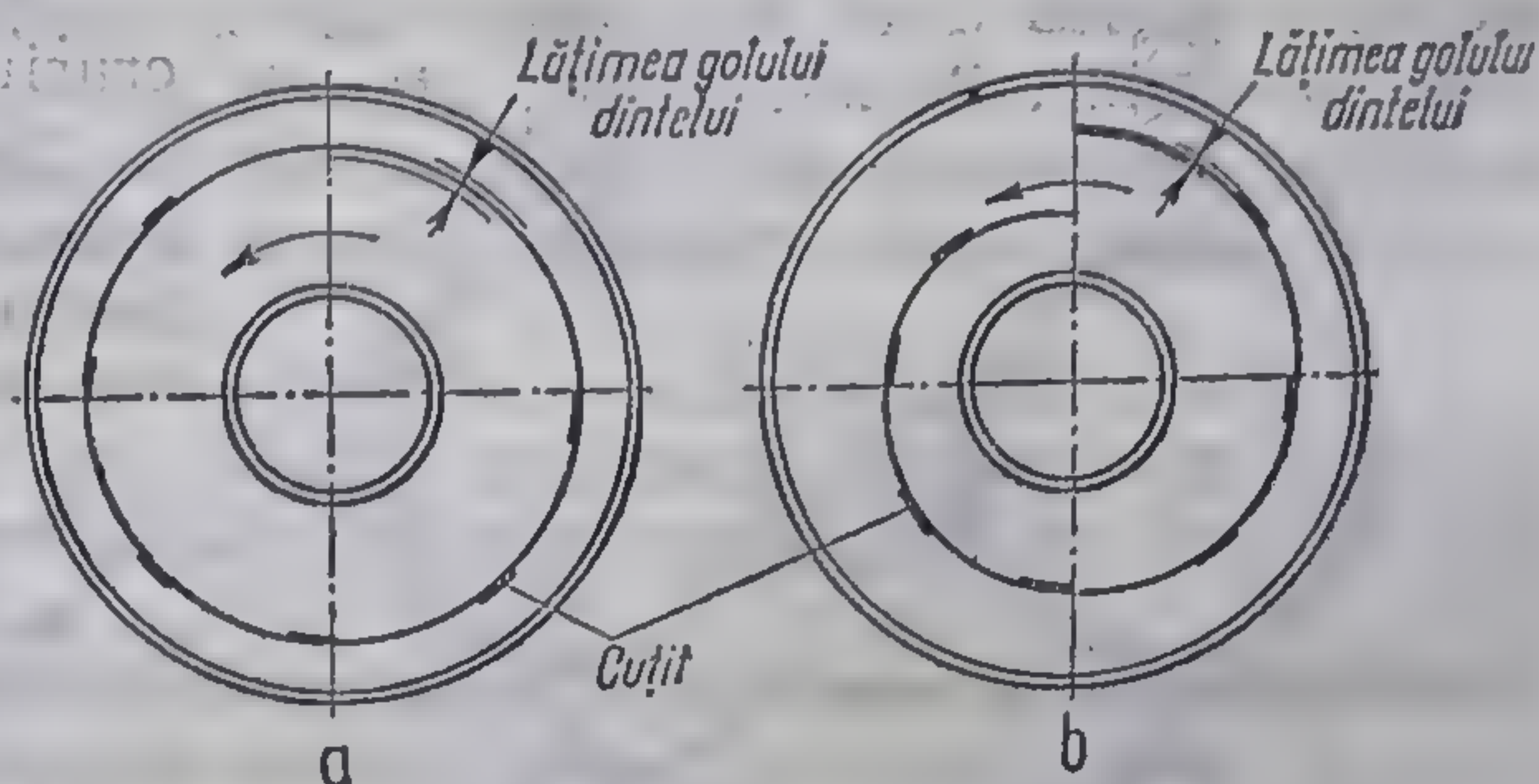


Fig. 20.11. Principiul de lucru al capetelor de prelucrat roți dințate conice cu dinți curbi.

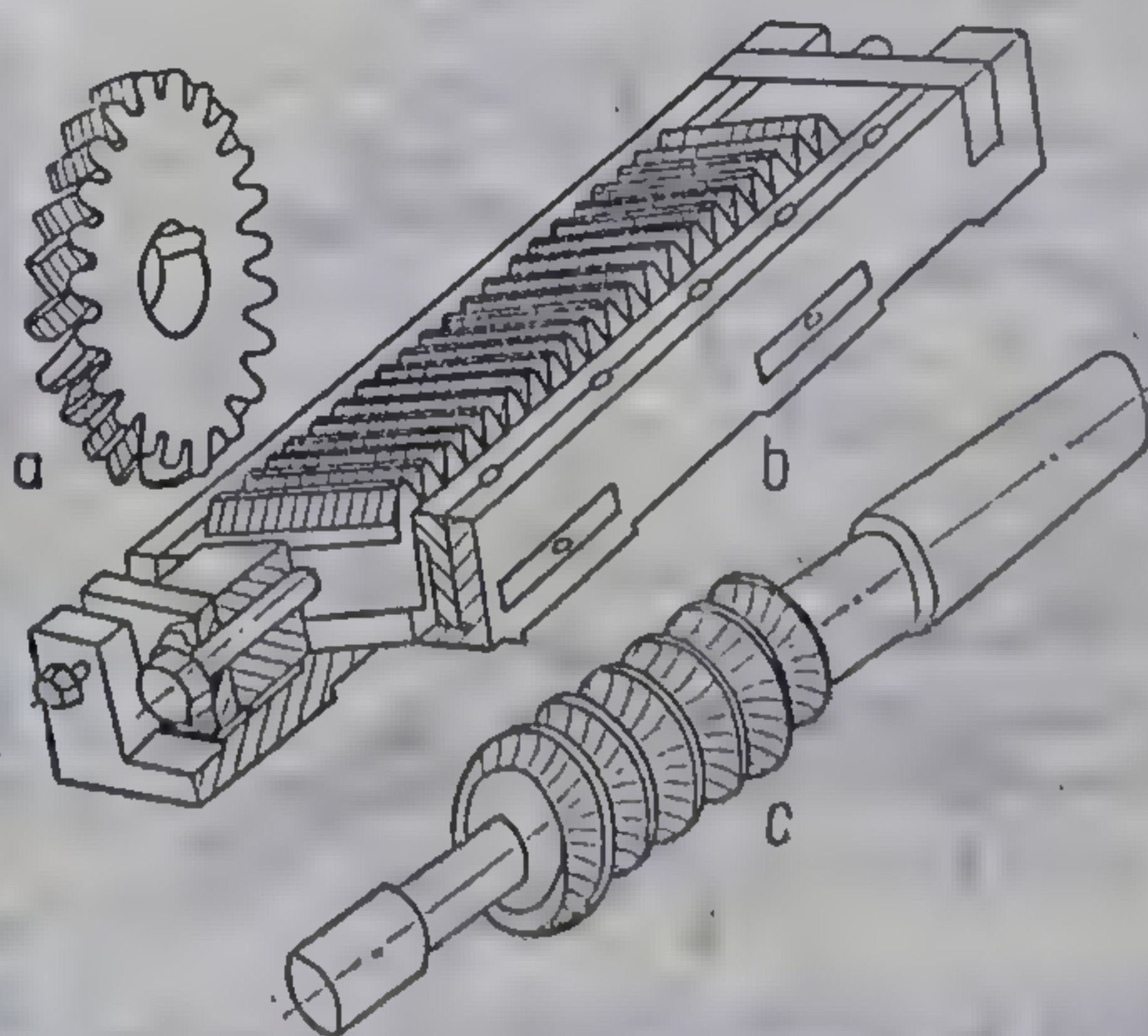


Fig. 20.12. Severe.

În funcție de piesele prelucrate și de mașinile-unelte existente se utilizează următoarele tipuri de scule pentru prelucrarea profilelor neevolventice ale pieselor: frezele melc pentru executarea canelurilor, roților cu dinți ascuțiți, roților de lanț și de clichet și profilelor hexagonale; cuțite roată de mortezat și cuțite profilate lucrând pe principiul rulării.

3. TEHNOLOGIA DANTURĂRII ROȚILOR DINȚATE CILINDRICE

Prelucrarea unei roți dințate cilindrice cuprinde în general următoarele operații:

— prelucrarea semifabricatului în vederea executării dinților, prin metodele studiate cu ocazia prelucrării suprafețelor de rotație exterioare și interioare, precum și a suprafețelor frontale;

— degroșarea dinților;

— tratamentul termic al danturii (dacă este cazul);

— finisarea dinților;

— controlul calității prelucrării.

Dantura roților dințate cilindrice se poate prelucra prin două metode de bază: metoda copierii sau a profilării și metoda rulării.

a. Prelucrarea danturii prin copiere sau profilare

Această prelucrare se execută cu ajutorul unei freze disc-modul sau a unei freze deget-modul, care au forma golurilor dintre dinți, prelucrându-se astfel două jumătăți de profile la doi dinți alături. Prelucrarea se face pe mașini de frezat universale sau verticale. Principiul frezării dinților drepte sau înclinați prin metoda copierii sau a profilării este indicat în figura 20.13, folosindu-se o freză disc-modul (fig. 20.13, a) sau o freză deget-modul (fig. 20.13, b).

Semifabricatul de prelucrat 1 este fixat pe dornul 2 care se prinde între vârful capului divizor 3 și vârful păpușii mobile 4, ambele fiind fixate pe masa 5 a

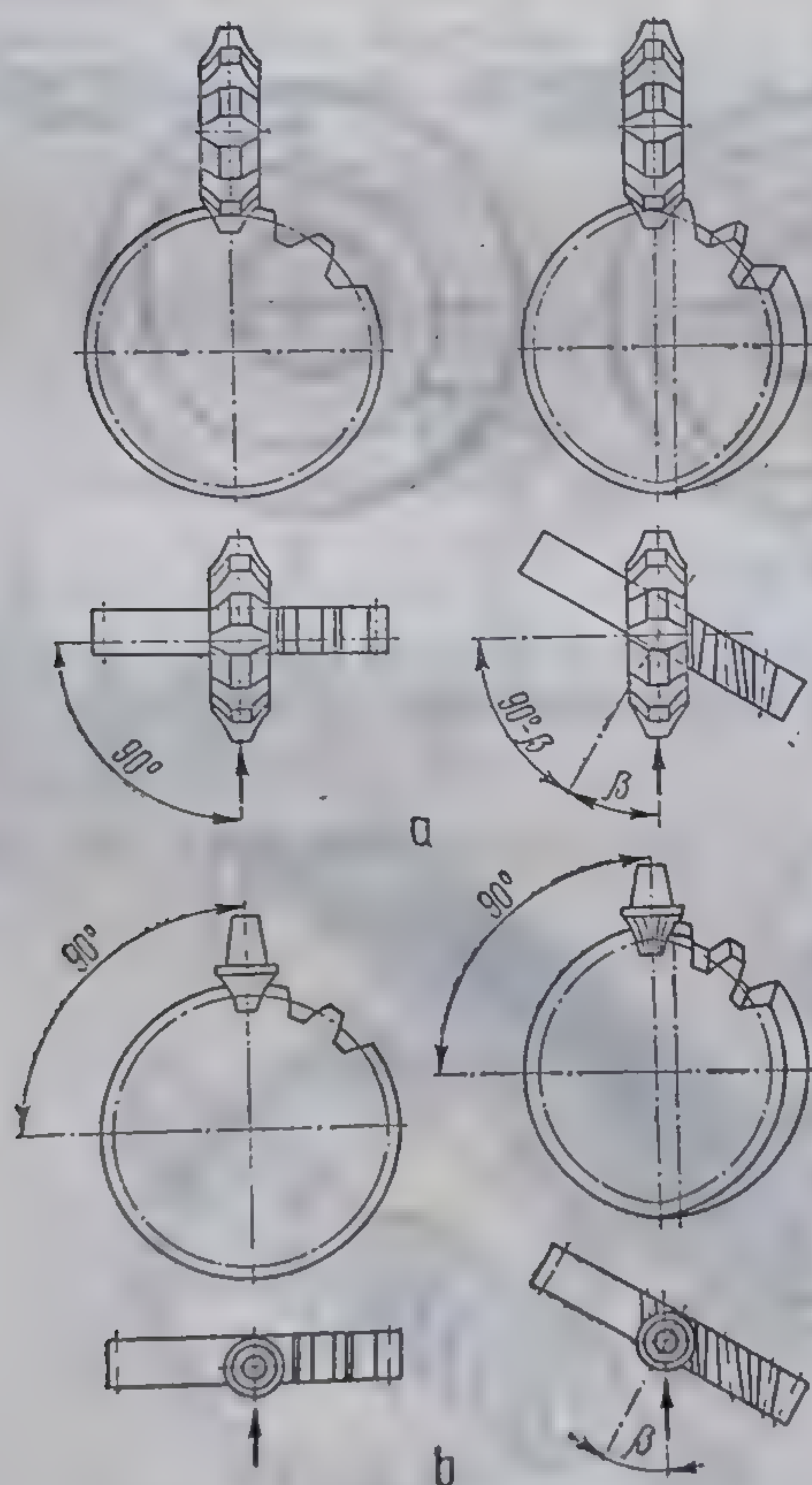


Fig. 20.13. Frezarea danturii drepte și înclinate prin metoda copierii.

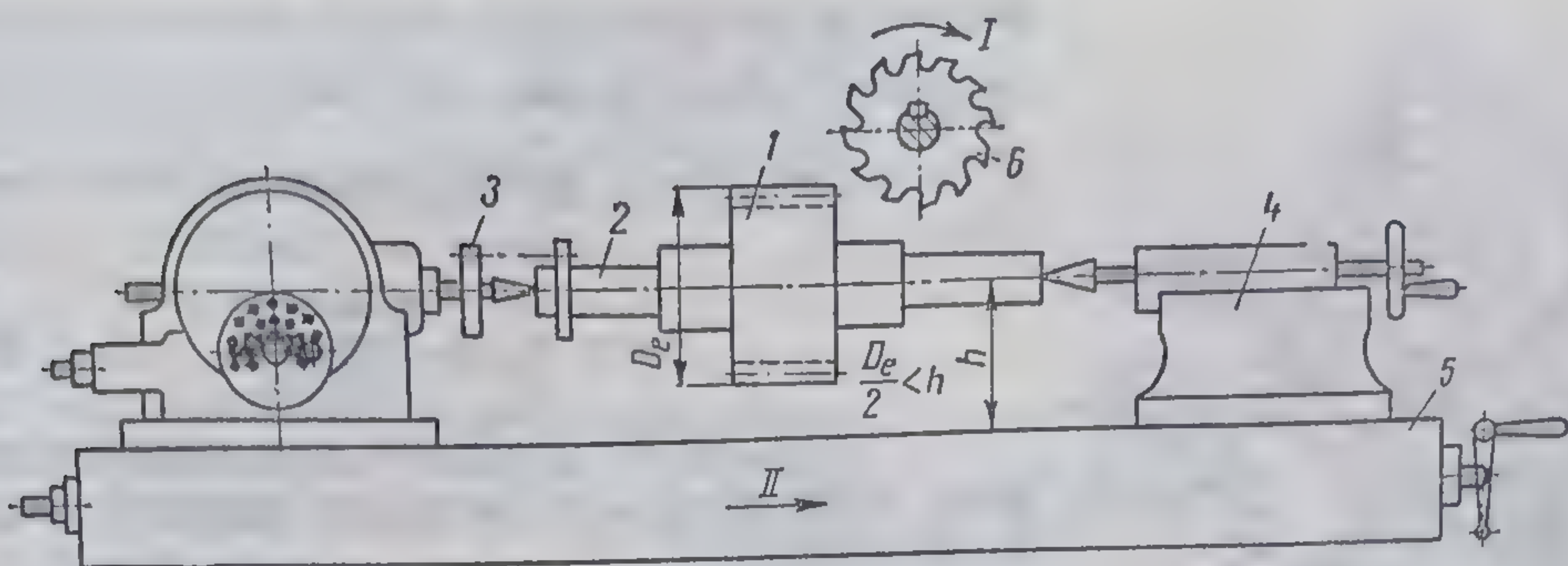


Fig. 20.14. Frezarea roților dințate cilindrice cu dinți drepți.

mașinii de frezat (fig. 20.14). Mișcarea principală *I* este o mișcare de rotație executată de către scula așchietoare 6 în jurul propriei axe, iar mișcarea de avans *II* este executată de masa mașinii. Divizarea roții este făcută cu ajutorul capului divizor.

Piesa de prelucrat poate fi fixată fie în poziție orizontală, dacă raza acesteia nu depășește înălțimea vîrfurilor, fie în poziție verticală, folosind în acest scop un cap sau platou divizor.

Pentru a se obține o dantură corectă, freza modul trebuie să corespundă întocmai modulului și numărului de dinți al roții. Este posibilă frezarea simultană a mai multor roți dințate cu caracteristici identice, semifabricatele însă trebuie strunjite foarte precis, iar fixarea și centrarea lor pe dorn se vor face cu atenție deosebită, pentru a nu rezulta dinți cu înălțimi diferite.

Din cauza diferitelor erori de prelucrare, danturile prelucrate prin metoda copierii au precizia scăzută. Uneori, prelucrarea danturii prin copiere constituie doar o operație prealabilă, dantura urmînd să fie finisată prin procedee mai precise.

Metoda copierii dă o productivitate mică și de aceea se aplică exclusiv în producția de unicate și de serie mică.

b. Prelucrarea danturii prin rulare

Acest procedeu se bazează pe angrenarea sculei așchietoare cu roata care se prelucurează. Mișcările executate de sculă și piesă în timpul așchierii sînt sincronizate prin lanțul cinematic al mașinii-unelte. Prin această metodă se asigură o precizie de prelucrare mult mai mare și o productivitate mărită, ceea ce face ca metoda să fie aplicată la producția în serie. Procedeele uzuale de prelucrare a roților dințate prin rulare sînt:

1) *Prelucrarea danturii cu freză melc-modul*. Dintre toate procedeele de prelucrare a danturii prin rulare, procedeul de frezare cu freza melc este cel mai productiv și cel mai răspîndit. La frezarea danturii cu freza melc, se vor realiza următoarele mișcări (fig. 20.15);

— mișcarea principală *I* este o mișcare de rotație executată de către freza melc;

— mișcarea de rulare *II* este o mișcare de rotație continuă executată de către piesă; dacă freza melc are z , începuturi, iar piesa are z_p dinți,

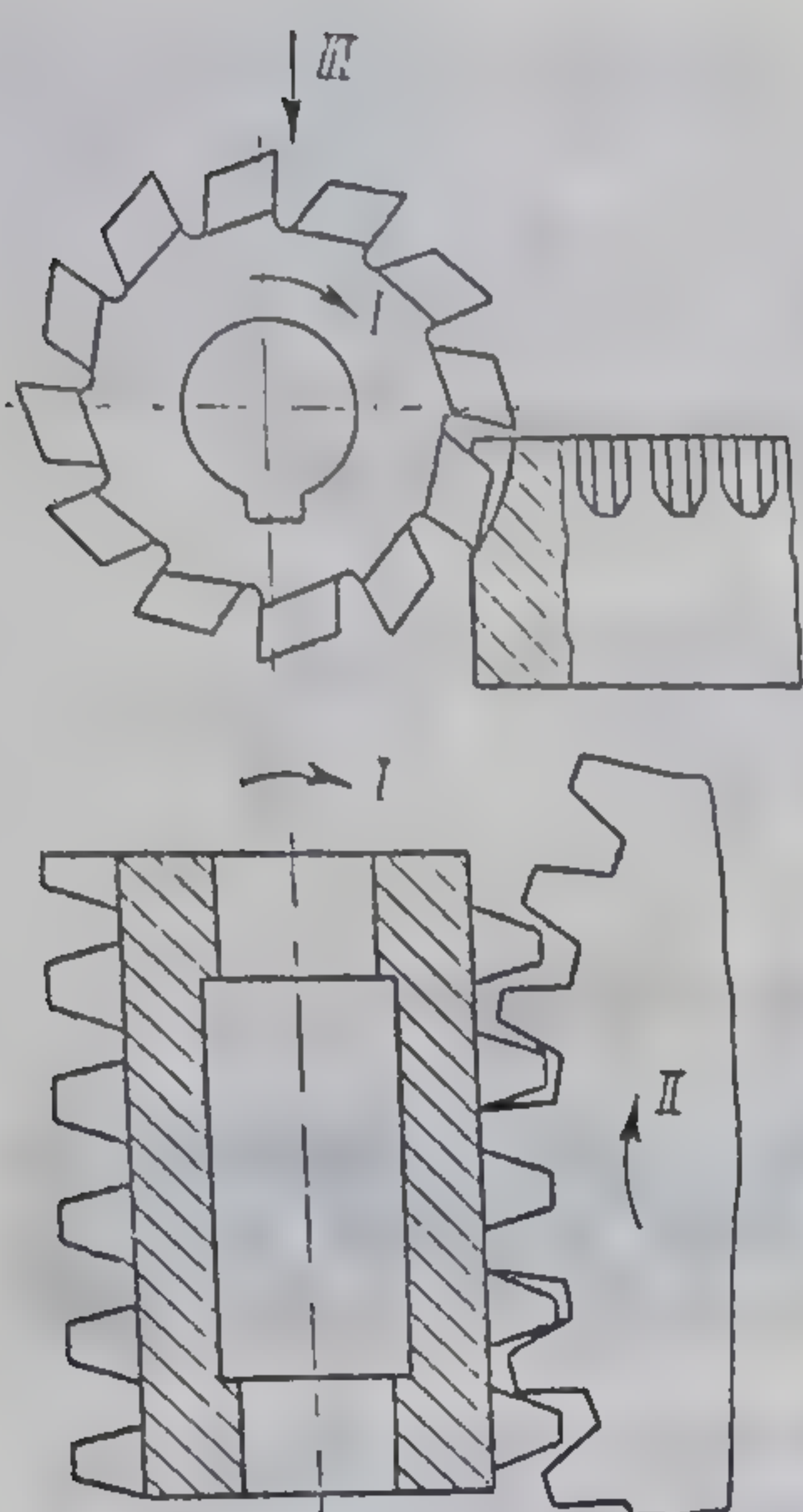


Fig. 20.15. Prelucrarea danturii roților dințate prin rulare cu freze melc modulate.

pentru a prelucra toți dinții, trebuie ca la o rotație a piesei, freza melc să execute $\frac{z_p}{z_s}$ rot, și la n_p rotații ale piesei, scula trebuie să execute

$$n_s = \frac{z_p}{z_s} \cdot n_p \left[\frac{\text{rot}}{\text{min}} \right]; \quad (20.1)$$

— mișcarea de avans III executată de către freza melc pentru prelucrarea danturii în lungul flancurilor.

Adâncimea de așchiere se stabilește la începutul prelucrării și este realizată printr-o mișcare de avans radial. În cazul prelucrării roților dințate cu dantură înclinată, spre deosebire de cazul precedent, piesa se rotește suplimentar față de frezele melc, în plus sau în minus, cu o cantitate direct proporțională cu înclinația dinților. Această mișcare se însumează la mișcarea de rulare cu ajutorul unui mecanism diferențial cu care este dotată mașina-unealtă. În figura 20.16, a, b, c sînt reprezentate pozițiile relative ale frezei melc și ale piesei, în

cazul prelucrării danturilor drepte sau înclinate cu ajutorul frezelor melc pe dreapta (poz. 1) și a frezelor melc pe stînga (poz. 2).

Frezele melc cu mai multe începuturi (două sau trei) se folosesc la degroșare sau pentru prelucrarea roților mai puțin precise, iar frezele melc cu un singur început, pentru finisare. Adaosul de prelucrare pentru finisare pe flancurile dinților este de 0,8—1,0 mm. Cu o singură freză melc se pot prelucra roți dințate cu diferite numere de dinți, dar cu același modul.

Prelucrarea danturii prin această metodă asigură o precizie ridicată și o productivitate mare, aplicîndu-se la producția în serie mare și în masă.

2) *Mortezarea danturii cu cuțit roată.* Această metodă este foarte eficientă la prelucrarea roților dințate cu lățime mică și a roților dințate bloc, fiind singurul procedeu prin care se pot prelucra prin rulare danturi interioare.

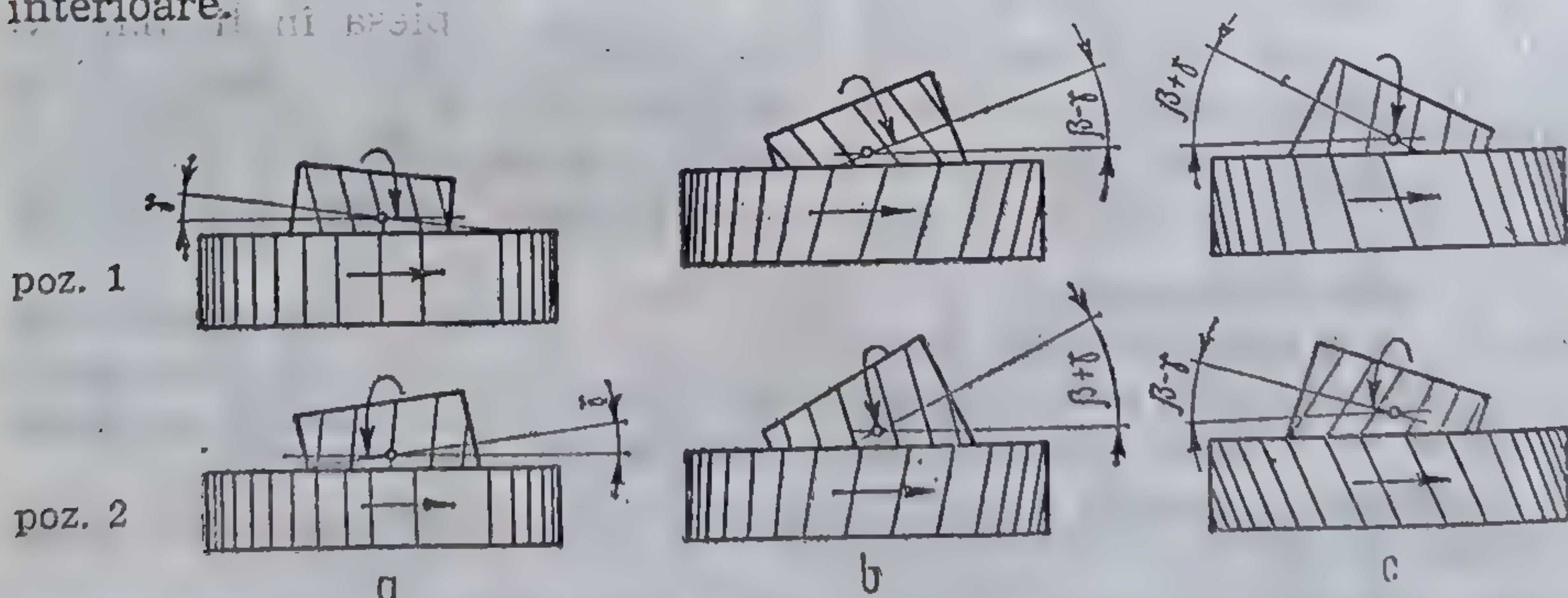


Fig. 20.16. Pozițiile relative ale frezei-melc și piesei, în cazul prelucrării danturilor drepte sau înclinate.

La prelucrarea danturii cu dinți drepți, cuțitul roată de mortezat 1 (fig. 20.17) execută o mișcare rectilinie-alternativă I (mișcarea principală de așchiere), o micare de avans prin rotație II, pentru a angrena cu roata dințată 2 care se prelucrează, și o mișcare de avans radial IV la adâncimea de așchiere după fiecare rotație a piesei 2. Roata dințată, fixată pe un dispozitiv sub formă de dorn, execută o mișcare de avans circular III în angrenare cu scula. La cursa de întoarcere (în gol), scula se depărtează de piesă.

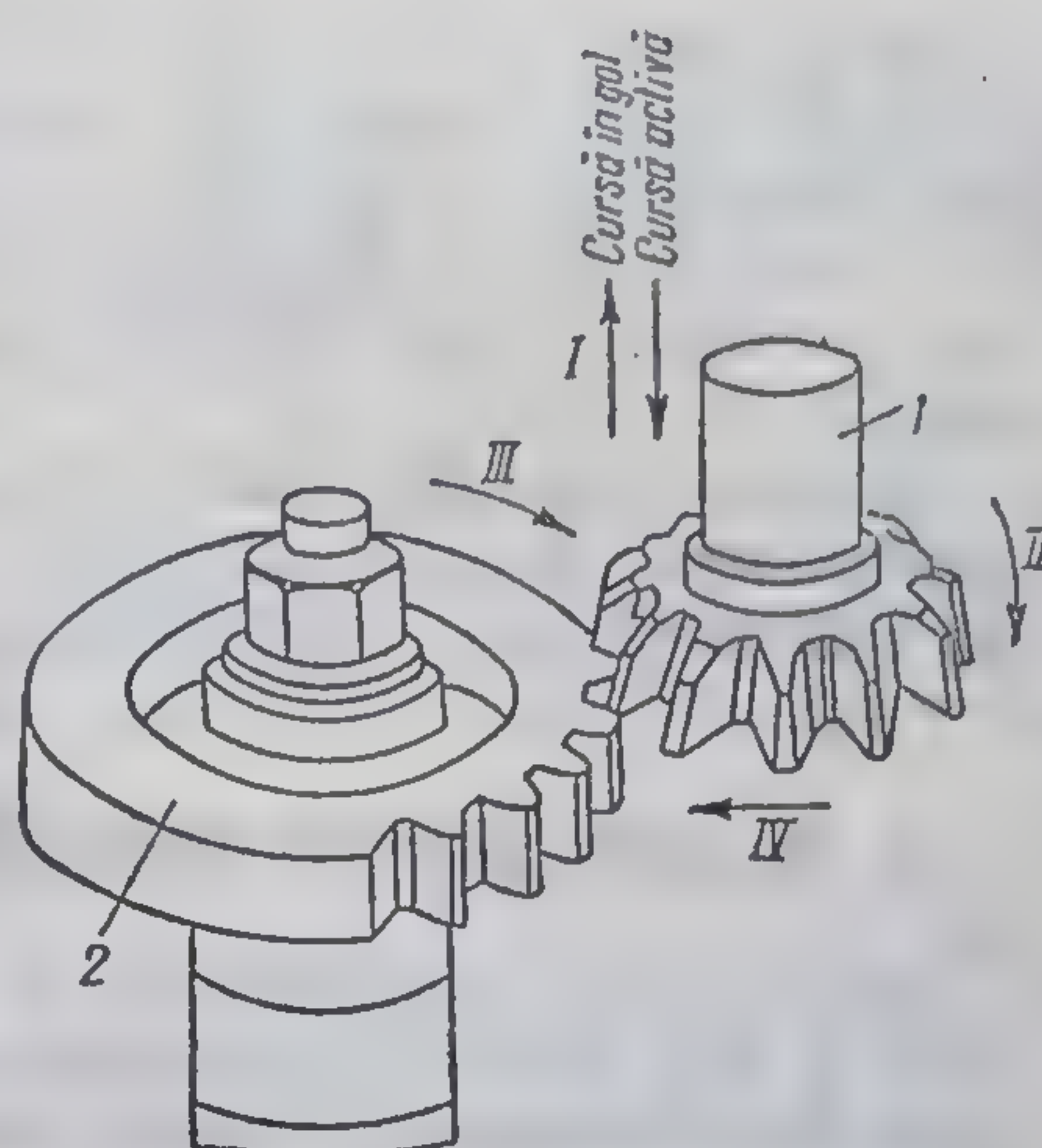


Fig. 20.17. Prelucrarea danturii prin rulare cu cuțit roată de mortezat.

La prelucrarea danturii cu dinți înclinați, cuțitul roată de mortezat trebuie să aibă dantura înclinată corespunzător și, în timpul prelucrării, i se imprimă o rotație suplimentară cu ajutorul unui șablon sau a unui dispozitiv de ghidare cu canal elicoidal.

Prin această metodă se prelucrează roți cu diametrul pînă la 1200 mm și cu modulul cuprins între 0,5 și 8 mm. Execuția se face pe mașini speciale de mortezat dantura.

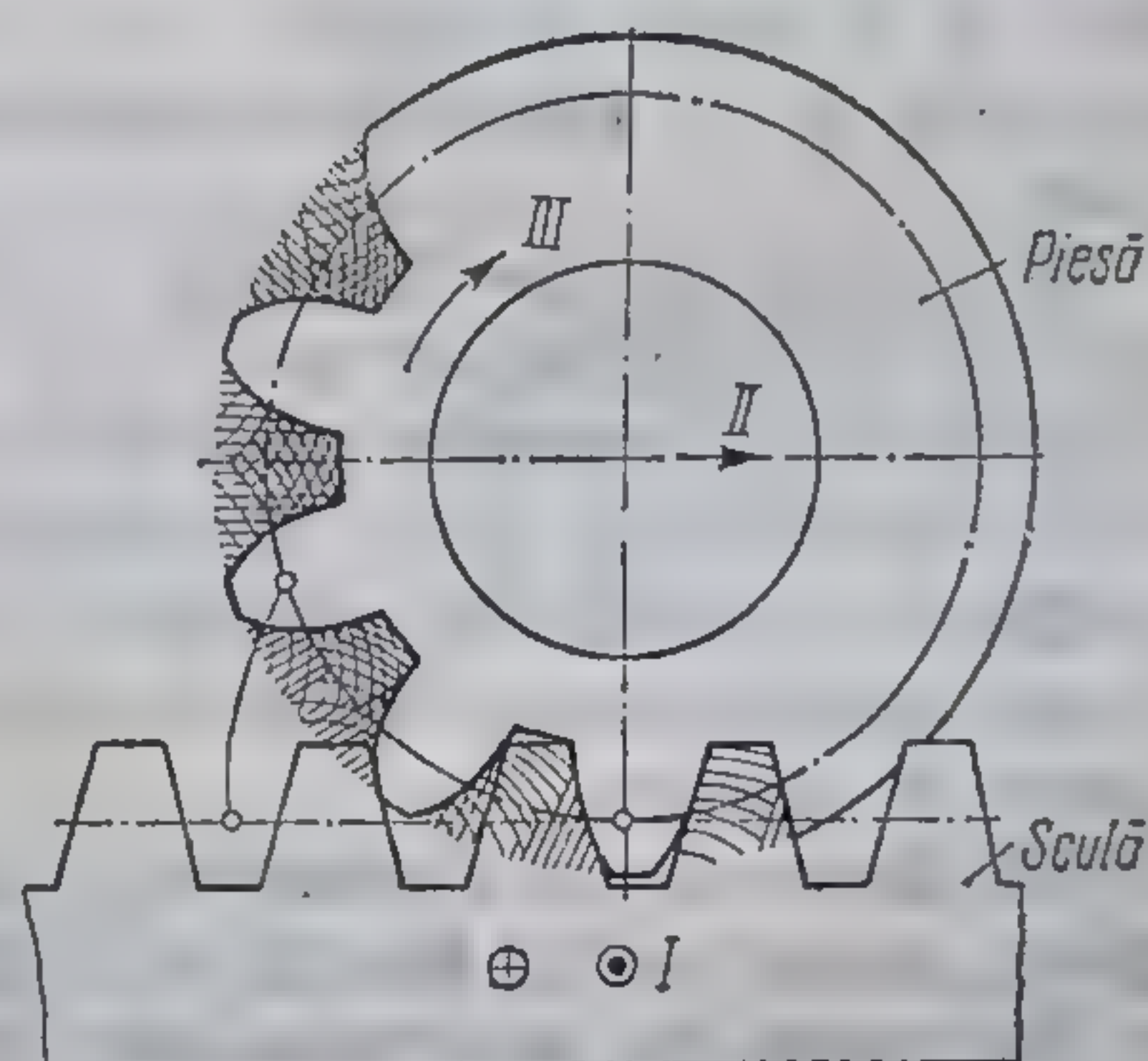


Fig. 20.18. Principiul de lucru la mortezarea danturii cu cuțit pieptene.

3) *Mortezarea danturii cu cuțit pieptene.* Prin mortezarea cu cuțit pieptene (fig. 20.18) se realizează danturi exterioare la roți dințate cu dinți drepți și înclinați, precum și a celor cu dantura în V. Datorită faptului că scula este simplă și ușor de executat, cu o precizie ridicată, prin acest procedeu se obțin danturi foarte precise. În

schimb, mașinile de mortezat cu cuțit pieptene sînt complicate, iar prelucrarea este mai puțin productivă decît la frezarea cu freză melc sau la mortezarea cu cuțit roată.

c. Alte metode de prelucrare a danturii roților cilindrice

Dintre acestea se deosebesc:

— *broșarea circulară*, procedeu cu o productivitate foarte mare la prelucrarea danturii cu dinți drepți și înclinați;

— *rotunjirea vîrfului dinților la roțile baladoare*, care se execută prin copiere (dinte cu dinte) sau prin rulare (cu scule și pe mașini speciale). În al doilea caz, scula execută o mișcare de rotație în jurul axei sale și o mișcare epicycloidală (de înfășurare în spațiu), ceea ce asigură o calitate mai bună și o productivitate mai mare. Rotunjirea completă a danturii se realizează în mod obișnuit la 3—4 rot ale piesei;

— *generarea danturii prin laminare la rece*, care se execută fie cu două role (în rotație permanentă), fie cu un număr de role corespun-

zător numărului de dinți al roții. Productivitatea prelucrării este mai mare decât la frezare, dar precizia mai mică; în schimb, datorită ecrui-sării flancurilor, rezistența la uzare a dinților crește considerabil;

— *danturarea prin tragere* ce se realizează cu ajutorul unei matrițe, care la interior are dantură corespunzătoare danturii care trebuie generată.

În afara metodelor amintite, în prezent, la noi în țară, roțile dințate se obțin prin presarea și sinterizarea pulberilor metalice (la întreprinderea „Sinterom” — Cluj-Napoca) prin presarea materialelor plastice etc.

d. Finisarea danturii roților dințate cilindrice

Angrenajele cilindrice care lucrează la viteze tangențiale mari, de peste 2 m/s, trebuie să funcționeze lin și liniștit și să aibă o durabilitate mare în exploatare. În acest scop, după un tratament termic sau termochimic adecvat, roțile dințate sunt supuse unei prelucrări de finisare a danturii și, eventual, a alezajului lor, pentru a se obține erori cât mai mici la profilul dinților, uniformitate a pasului, o bătaie cât mai mică a danturii și o netezime corespunzătoare a suprafețelor flancurilor dinților.

Prelucrarea de finisare a roților dințate supuse unui tratament termic de îmbunătățire sau care nu au fost tratate termic, se execută cu scule cu tăiș metalic, prin șeveruire sau printr-o ușoară deformare plastică superficială, prin rularea suprafețelor flancurilor dinților. Dacă suprafețele flancurilor dinților au fost călite superficial sau cementate și călite, prelucrarea de finisare se execută cu scule abrazive, prin rectificare și lepuire.

1) *Șeveruirea*. Procedul constă în desprinderea de pe flancurile dinților a unor așchii foarte subțiri (0,001—0,005 mm), cu ajutorul șeverului.

Procesul de șeveruire constă în angrenarea dintre roata de șeveruit și șever, cu prilejul căreia între flancurile lor apare o mișcare relativă care face posibil ca muchiile ce se găsesc pe flancurile șeverului disc (roată) să așchieze (fig. 20.19). În vederea șeveruirii, roata de prelucrat și șeverul se montează pe câte un dorn separat, fiind puse, astfel, în stare de rulare. De obicei, șeverul este acționat de la un motor electric și antrenează roata, care este montată liber pe dornul său. Teoretic, contactul dintre șever și piesă este punctiform, iar practic pe o suprafață mică. Pentru finisarea dinților pe întreaga lățime se imprimă piesei un avans longitudinal s_l . Forța de apăsare între șever și piesă se realizează prin avansul radial intermitent s_r , efectuat la finele fiecărei curse de avans longitudinal.

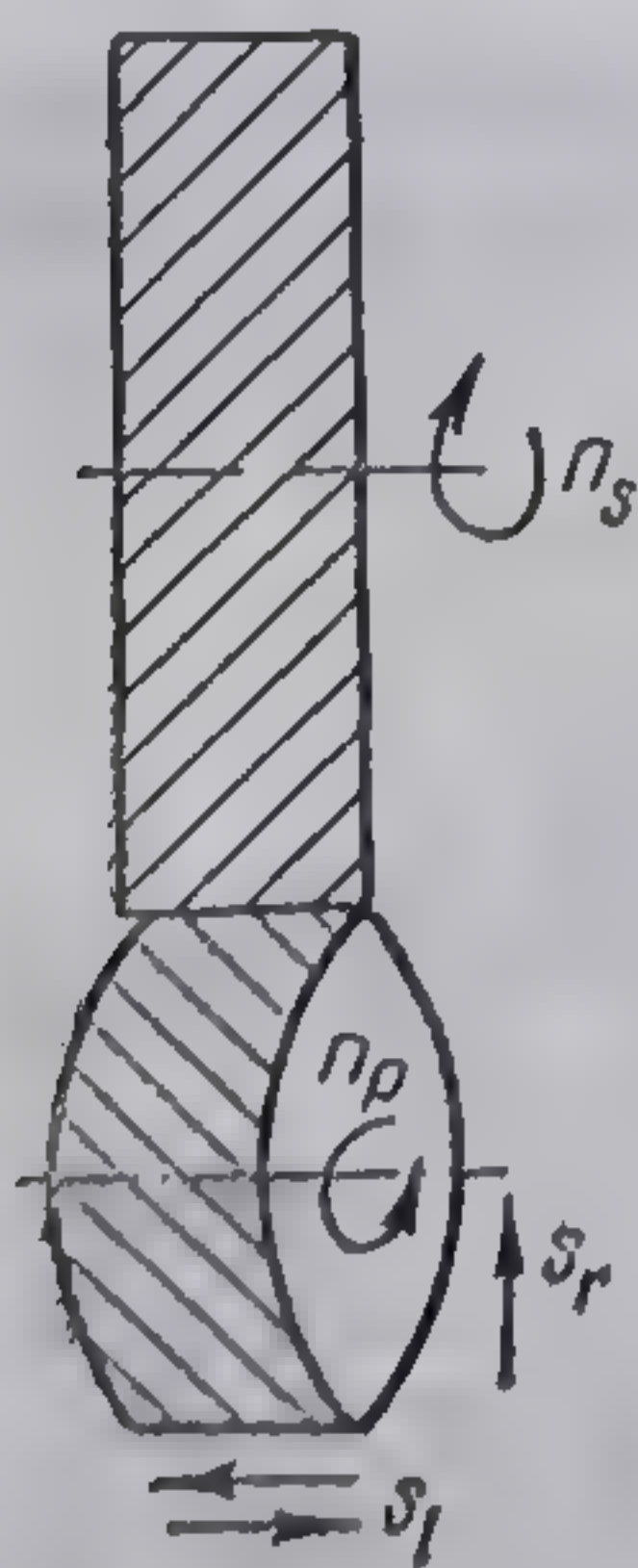


Fig. 20.19. Șeveruirea roților dințate cu șeverul roată.

Șeverul se rotește cu o turăție $n_s = 100 \dots 300$ rot/min, iar piesa, cu turăția $n_p = \frac{z_s}{z_p} \cdot n_s$. Pentru prelucrarea ambelor flancuri se inversează sensul de rotație al șeverului. Adaosul de prelucrare la șeveruire cu șever roată este de 0,10—0,20 mm.

Șeverul cremalieră are dinți înclinați pentru prelucrarea roților cu dinți drepți și dinți drepți pentru prelucrarea roților cu dinți înclinați. Numărul de dinți ai șeveru-

lui cremalieră trebuie să fie ceva mai mare decât numărul de dinți ai roții care se prelucreează. La prelucrarea cu șeverul cremalieră scula execută o mișcare rectilinie de translație în direcția longitudinală, iar piesa execută o mișcare de rotație. Pentru uniformizarea uzurii sculei, piesei i se mai imprimă și o mișcare de translație pe lățimea șeverului.

Prin șeveruire se mărește precizia danturii roților dințate și se îmbunătățește foarte mult rugozitatea pe flancurile dinților.

2) *Rectificarea*. Rectificarea danturii este procedeul de finisare prin care se obțin roți dințate cu cea mai înaltă precizie dimensională a elementelor danturii, chiar și în cazurile în care erorile de prelucrare de la operațiile precedente sînt excesiv de mari.

Fiind însă puțin productivă și costisitoare, rectificarea se aplică mai mult la prelucrarea danturii roților dințate precise și foarte precise, pentru mașini și aparate cu rol funcțional deosebit. Adaosurile de prelucrare măsurate pe flancuri în dreptul cercului de rulare sînt indicate în tabelul 20.2. Se deosebesc două metode de rectificarea danturii: prin copiere (profilare) și prin rulare.

Tabelul 20.2

Adaosurile de prelucrare la rectificarea danturii

Modulul, în mm.	2—3	4—6	7—9	10—14	15—20
Adaosul de prelucrare, în mm.	0,15	0,25	0,40	0,60	0,80

a) *Rectificarea prin copiere* (fig. 20.20, a) se execută cu ajutorul discului abraziv 1 care la periferie are o formă identică cu forma golului dintre dinții roții 2. Mișcarea principală de așchiere este mișcarea de rotație a pietrei abrazive, care execută și o mișcare de translație de-a lungul dinților. După fiecare cursă dublă a pietrei abrazive, roata dințată se rotește automat cu unul sau mai mulți dinți. Prelucrarea se desfășoară

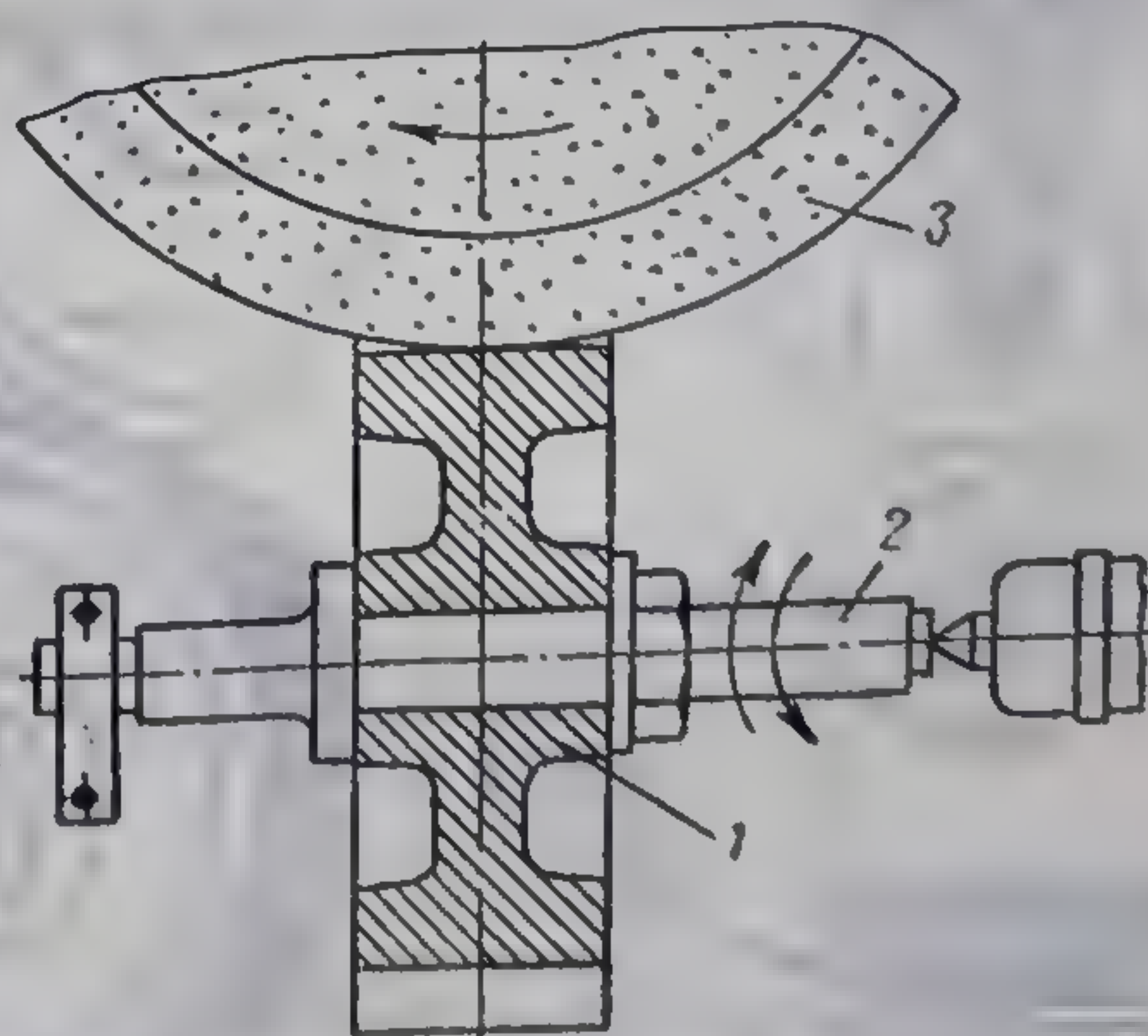
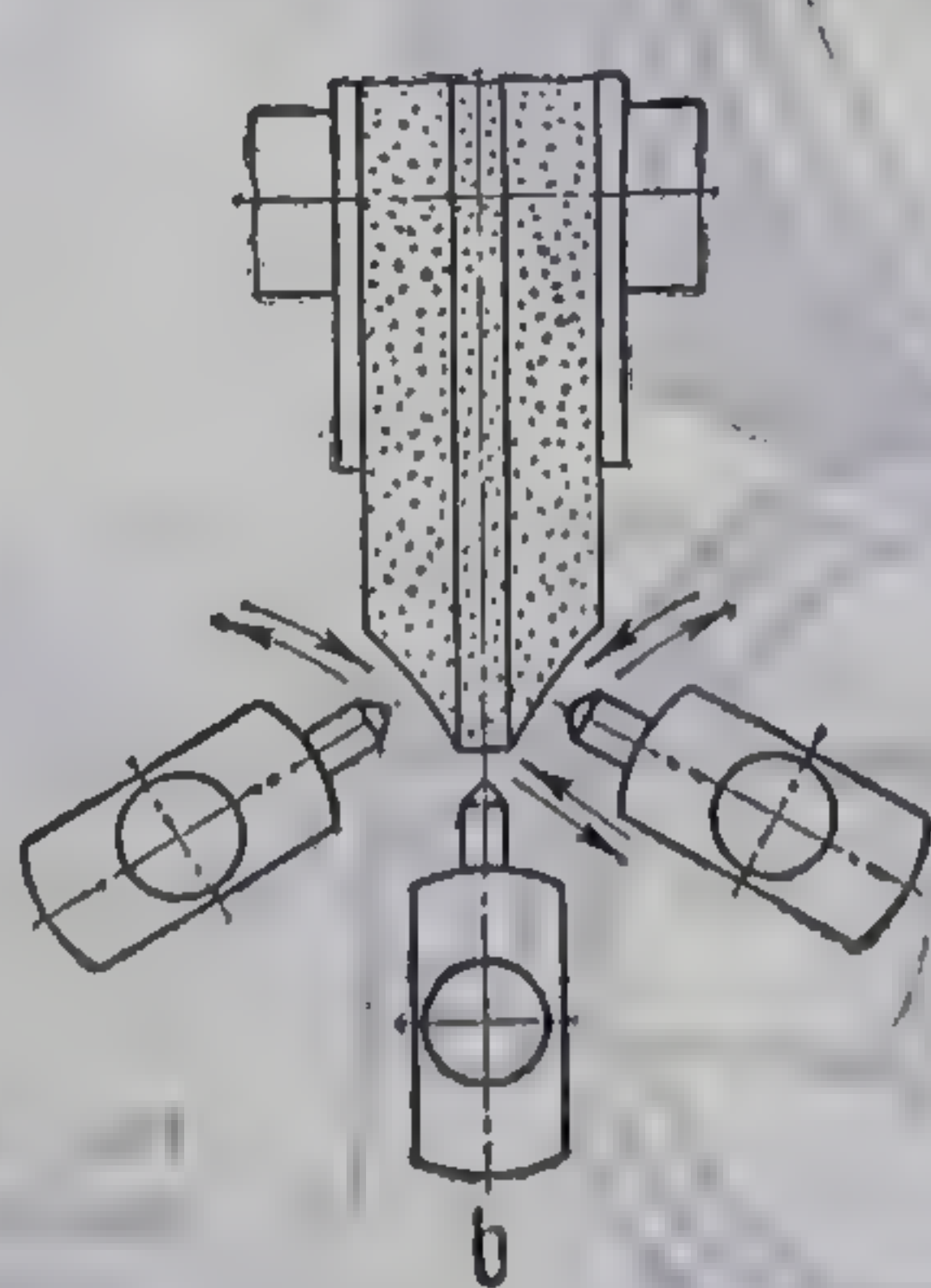
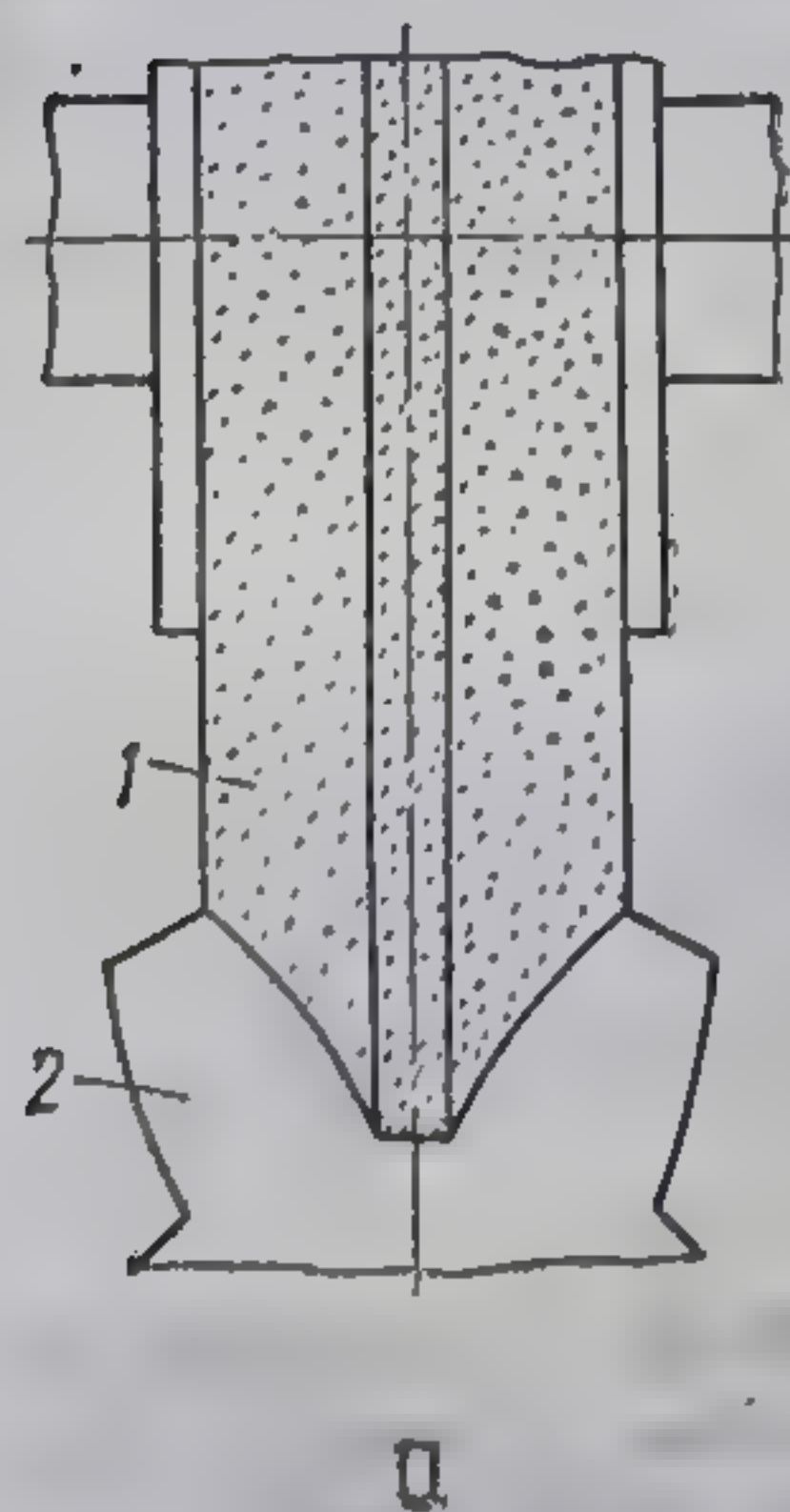


Fig. 20.20. Rectificarea danturii prin copiere (profilare).

Fig. 20.21. Rectificarea danturii prin rulare.

șoară pe parcursul a 3—4 treceri ale pietrei pe fiecare gol dintre doi dinți. Periodic profilul pietrei abrazive este supus ascuțirii (fig. 20.20, b).

b) Rectificarea prin rulare este mai precisă, dar mai puțin productivă decât rectificarea prin copiere; ea se poate realiza prin mai multe procedee:

— Procedeu Niles și Enims (fig. 20.21), în care roata de prelucrat 1 este fixată pe dornul 2, prins între vîrfuri și execută o mișcare pendulară de rulare cu piatra abrazivă 3. Aceasta are la periferie un profil corespunzător cu dintele cremalierii de referință și efectuează în timpul prelucrării o mișcare alternativă pe lungimea dintelui și, după prelucrarea unui dinte, roata 1 se rotește pentru prelucrarea dintelui următor.

— Procedeu Reinecker (fig. 20.22, a), prin care prelucrarea se execută numai pe un flanc al fiecărui dinte, după care roata de prelucrat se întoarce pentru rectificarea celuilalt flanc.

— Procedeu Maag (fig. 20.22, b), prin care rectificarea se execută cu ajutorul a două pietre abrazive taler.

— Procedeu Pratt-Whitney (fig. 20.22, c), aplicat pentru rectificarea danturii roților cu modul mare; prelucrarea se execută cu două pietre taler, care formează, împreună, un dinte al cremalierii de referință.

— Procedeu Reissheuer (fig. 20.22, d), prin care se reproduce angrenarea dintre un melc (piatra abrazivă) și roata dințată cilindrică (asemănătoare cu frezarea cu freză melc).

Mașinile de rectificat roți dințate sînt prevăzute cu dispozitive de ascuțire a pietrei abrazive și cu mecanisme de compensare a uzurii după ascuțire. Rectificarea danturii se poate executa prin degroșare (cu adîncimi de așchiere mai mari) și prin finisare.

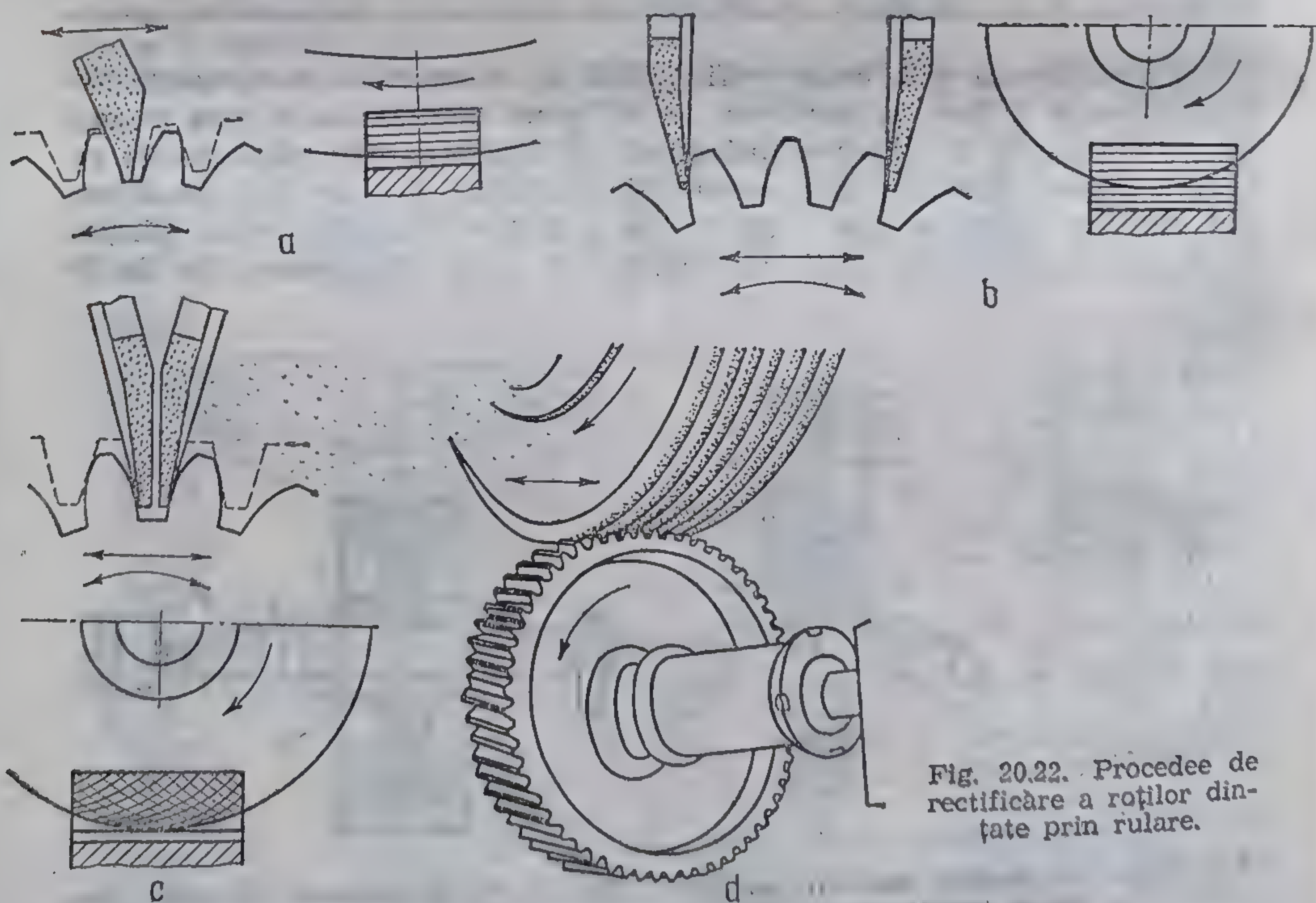


Fig. 20.22. Procedee de rectificare a roților dințate prin rulare.

3) *Rodarea*. Rodarea este procedeul prin care roata dințată de prelucrat este angrenată cu una sau mai multe roți (executate foarte precis și cu suprafețe foarte netede), în prezența unui lichid de ungere. Flancurile dinților devin netede și lucioase, datorită strivirii și netezirii micro-asperităților prin presiunea de angrenare. Totodată, stratul superficial al materialului dinților se ecrusează în oarecare măsură, ceea ce mărește rezistența la uzură. Această prelucrare nu micșorează însă erorile dimensionale și macrogeometrice ale danturii.

4) *Lepuirea*. Lepuirea este procedeul de netezire a dinților căliți, cu duritate mare. Ca scule se folosesc trei roți dințate din fontă cenușie cu același modul ca al roții de prelucrat și cu un număr de cel puțin 40 de dinți, iar ca mediu de lepuire se utilizează micropulbere abrazivă de electrocorindon sau oxid de crom, într-un amestec de petrol lampant suprarafinat și ulei mineral.

Prin lepuirea danturii se realizează o netezime înaltă a flancurilor dinților, fără însă să se obțină și o mișcare simțitoare a erorilor dimensionale și de formă.

4. TEHNOLOGIA DANTURĂRII CREMALIERELOR

La producția individuală și de serie mică, dantura cremalierelor se prelucurează prin copiere cu freză disc profilată, folosindu-se fie un dispozitiv special de frezat cremaliere pentru o divizare mai precisă, fie capul divizor pentru o divizare mai puțin pretențioasă. La producția în serie mijlocie și mare, dantura cremalierelor se prelucurează prin frezare sau mortezare cu cuțit roată, pe mașini-unelte speciale.

Pe mașinile de frezat universale, dantura cremalierii se frezează dinte cu dinte, freza executând mișcarea principală, iar masa transversală, mișcarea de avans de-a lungul dinților (fig. 20.23). După frezarea unui gol dintre doi dinți masa se va deplasa cu un pas cu ajutorul capului divizor. Raportul de transmitere i al angrenajului format din roțile z_1 și z_2 se va stabili în așa fel, încât, pentru un anumit număr determinat de rotații ale manivelei, masa să se deplaseze cu un pas al cremalierii care se prelucurează.

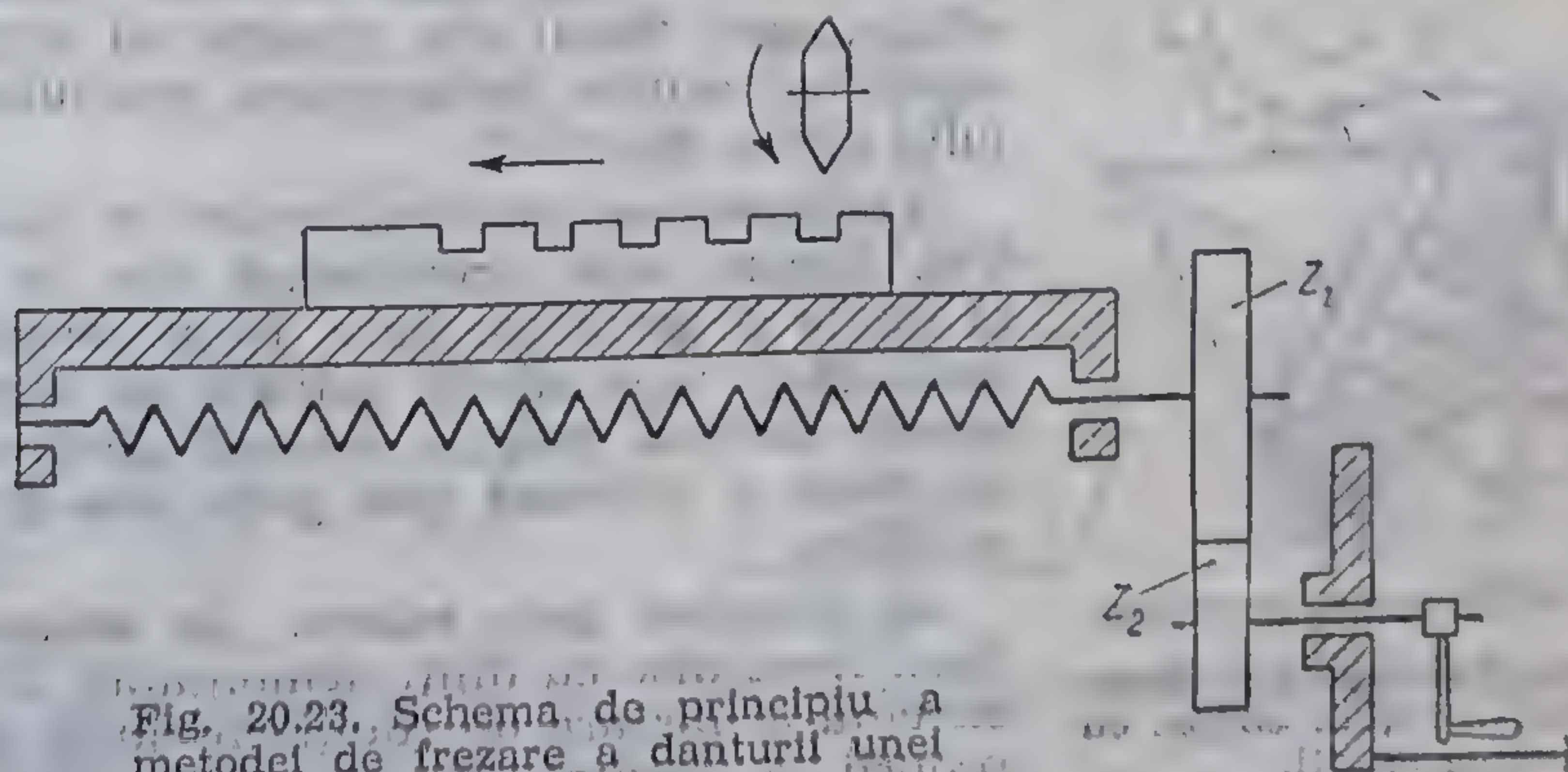


Fig. 20.23. Schema de principiu a metodei de frezare a danturii unei cremaliere.

5. TEHNOLOGIA DANTURĂRII ROȚILOR DINȚATE CONICE

Elementele dinților danturii conice cu dinți drepți și înclinați se modifică continuu de-a lungul dintelui. Procesul de prelucrare a danturii conice cu dinți curbi depinde exclusiv de construcția mașinii de danturat și se formează așadar în fiecare caz o dantură specială.

a. Prelucrarea roților dințate conice cu dinți drepți și înclinați

Dantura roților conice cu dinți drepți și înclinați se realizează prin următoarele procedee:

1) *Prelucrarea prin copiere cu freze profilate.* În figura 20.24 este reprezentat modul de executare a unei roți dințate conice cu ajutorul frezei disc-modul. Acesta se alege cu profilul corespunzător profilului de la mijlocul lungimii dinților roților prelucrate și cu lățimea corespunzătoare dimensiunii celei mai mici a golului dintre doi dinți succesivi. Procedul se aplică fie pentru prelucrarea roților conice de precizie mică, fie ca o operație de degroșare.

2) *Rabotarea prin copiere cu șablonul.* Portcuțitul 1 (fig. 20.25), ghidat pe bara 2, efectuează o mișcare alternativă de translație, care este mișcarea principală de așchiere. Cuțitul de rabotat așchiază numai un flanc al fiecărui dinte, începând de la vârful dintelui. Traectoria cuțitului (în direcția SA) pe înălțimea flancului 3 este asigurată de dispozitivul de copiat, format dintr-un braț cu rolă și un șablon 4. După prelucrarea unui flanc, piesa, acționată de la mecanismul de divizare, se rotesc cu un dinte, iar, după prelucrarea tuturor flancurilor pe o parte a dinților, șablonul este adus în poziția inițială și ciclul se reia pentru prelucrarea flancurilor opuse.

Procedul se aplică la prelucrarea roților dințate cu $m' \geq 20$ mm și nu asigură o precizie suficientă din cauza erorilor de uzinare a profilului șablonului și a erorilor lanțului cinematic al mecanismului de transmitere a mișcării de copiere.

3) *Rabotarea prin rulare.* Prelucrarea se execută cu un cuțit (fig. 20.26) sau cu două cuțite (fig. 20.27) prin operațiile de degroșare și de finisare.

La obținerea flancurilor cu un singur cuțit, acesta are două tășuri active pentru prelucrarea celor două flancuri ale golului dintre doi dinți, pe care se rostogolește succesiv tășul din stînga, apoi tășul din dreapta al cuțitului, avînd ca rezultat înfășurarea profilului, golului dintre doi dinți.

La generarea danturii conice cu două cuțite, fiecare cuțit prelucrează cîte un flanc al unuia și aceluiași dinte. După terminarea prelucrării unui dinte, cuțitele se retrag în poziția inițială, mașina execută divizarea cu un dinte și urmează apoi generarea dintelui următor.

4) *Frezarea prin rulare.* Se execută cu două freze disc cu dinți demontabili. Frezele execută o mișcare de rotație în jurul axelor proprii, o mișcare de rotație în jurul axei

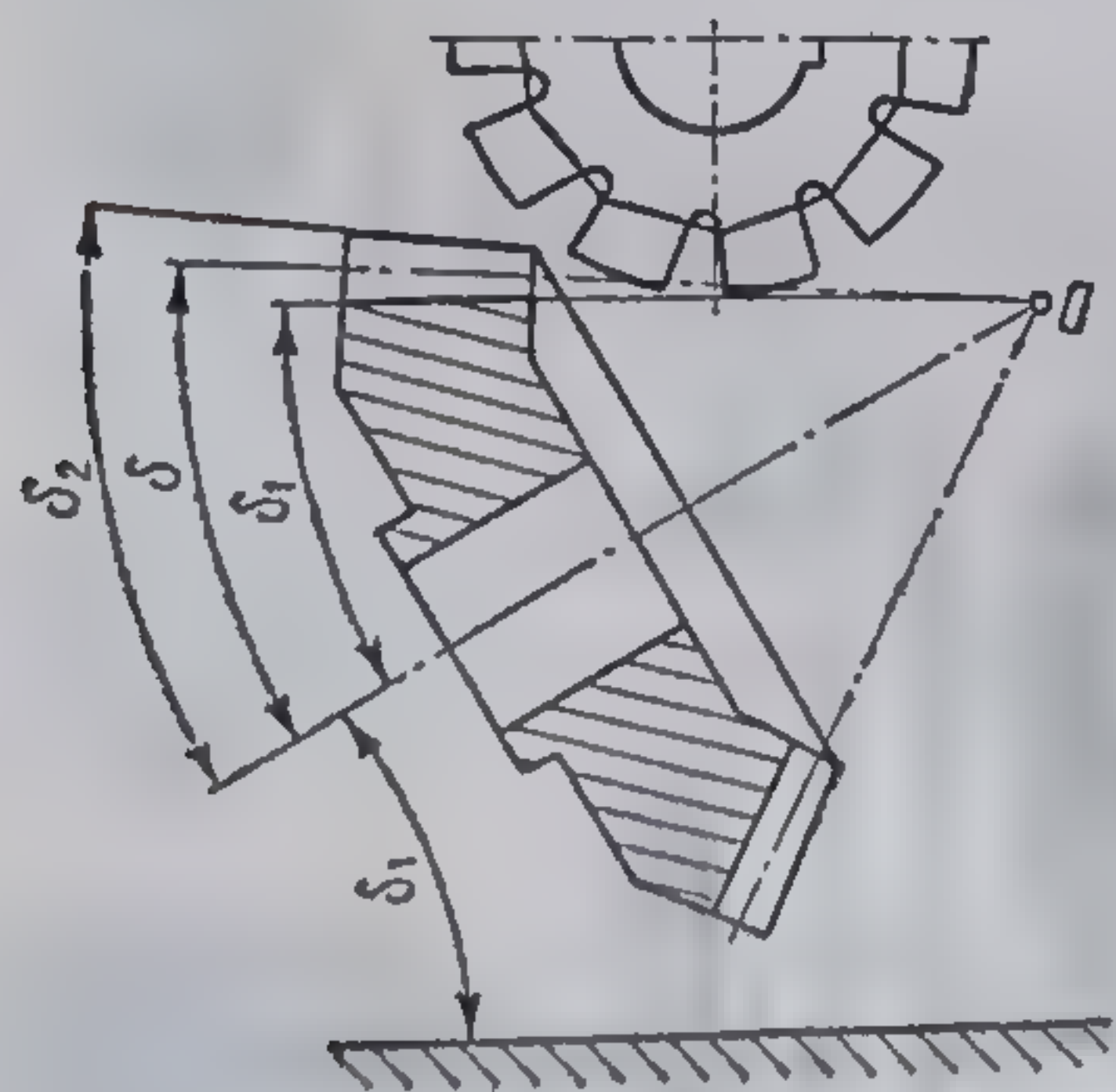


Fig. 20.24. Prelucrarea cu freze disc-modul a roților conice cu dinți drepți.

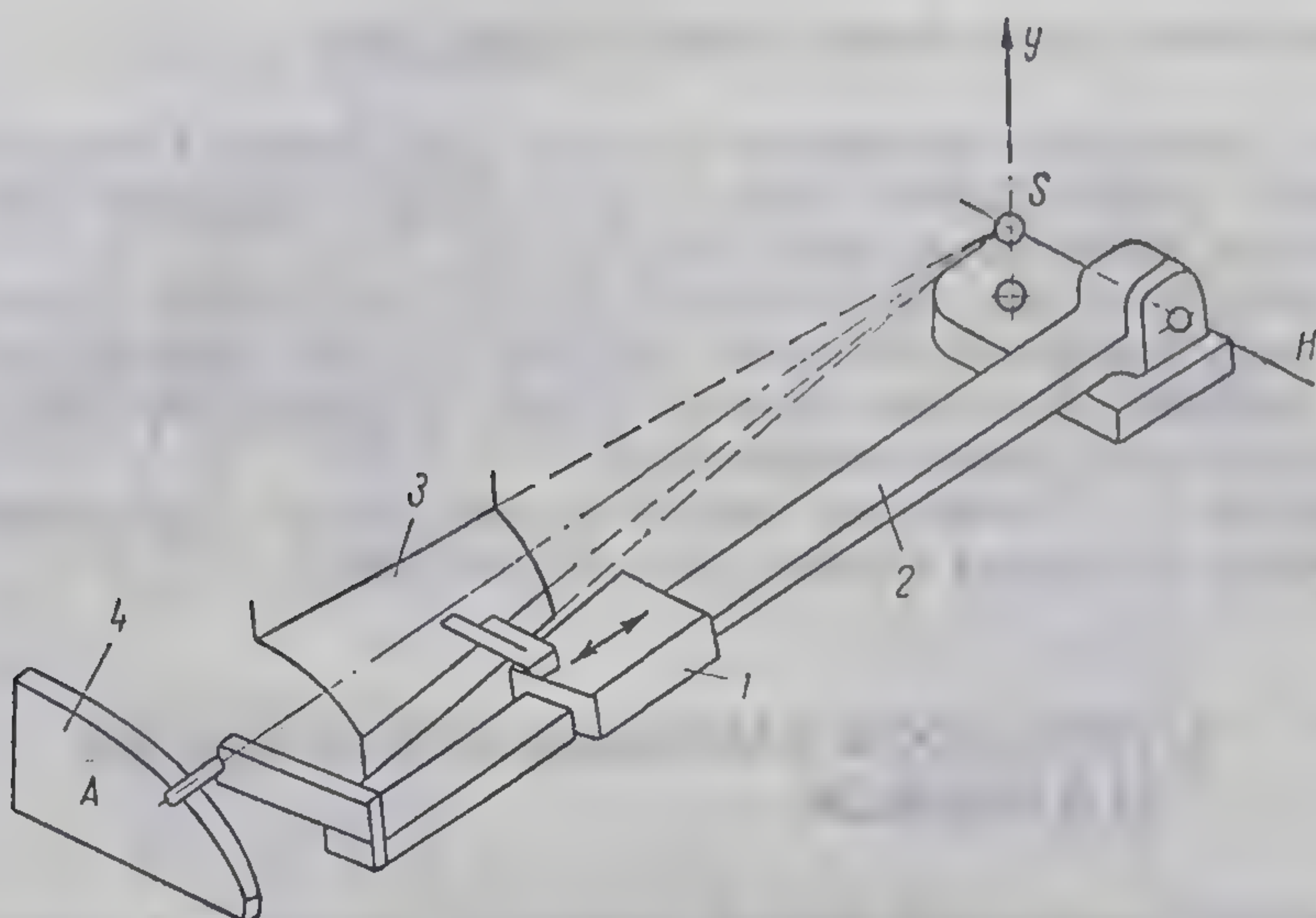


Fig. 20.25. Schema rabotării după șablon.

roții plane de referință (imaginare) și o mișcare de translație pe lungimea dintelui. Deoarece în cursul frezării flancurilor dinților prin rulare muchiile așchietoare drepte ale frezei disc ajung de mai multe ori în contact cu flancul dintelui decât ajunge flancul cuțitelor la rabotare, productivitatea procesului este mai mare și gradul de netezime al flancurilor frezate este mai ridicat.

5) *Prelucrarea prin broșare.* În acest caz, se folosește o broșă circulară.

Pentru degroșare, avansul are sensul opus vitezei de așchiere și are o valoare mică pînă cînd axa broșei ajunge în dreptul mijlocului lungimii dintelui, după care avansul capătă valori mai mari. Pentru finisare, broșa are un avans mic în același sens cu viteza de așchiere.

Danturarea prin broșare este un procedeu foarte productiv, dar, fiind nevoie de cîte o sculă specială pentru fiecare modul și număr de dinți, aplicarea procedeuului este economică numai la producția în serie mare, ca, de exemplu, la executarea sateliților mecanismului diferențial în industria de automobile și tractoare, caz în care costul ridicat al sculei este amortizat.

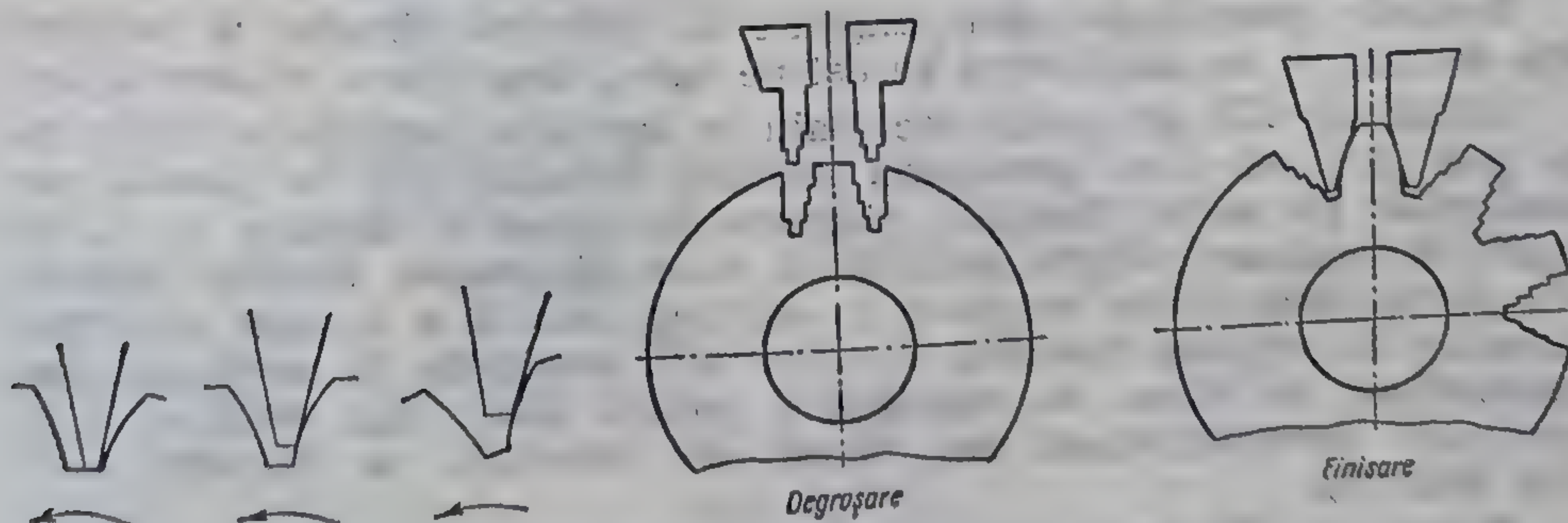


Fig. 20.26. Generarea flancurilor danturii conice cu un singur cuțit.

Fig. 20.27. Prelucrarea danturii conice cu două cuțite

b. Prelucrarea roților dințate conice cu dinți curbi

Această prelucrare se execută exclusiv prin rulare. Generarea profilului dinților roților dințate curbe se face folosind capete portcuțite speciale cu cuțite profilate sau freze melc conice.

Principiul cinematic al mașinilor pe care se execută roțile dințate cu dinți curbi nu diferă de cel al mașinilor pentru roțile dințate conice cu dinți înclinați. Aici apar anumite mișcări suplimentare necesare realizării dinților după curbele respective.

Procedeele de finisare ale roților dințate conice sînt asemănătoare cu procedeele de finisare a roților dințate cilindrice.

6. TEHNOLOGIA DANTURĂRII ROȚILOR MELCATE ȘI A MELCILOR

Angrenajele melc-roată melcată servesc la transmiterea mișcării și a puterii, sub un raport mare de transmitere între axe care se intersectează la 90° . După sarcina de transmitere, angrenajele melcate pot fi:

— cinematice, cu modul axial între 1 și 16 mm și cu distanța între axe reglabile;

— pentru transmiterea puterii, cu modul axial între 1 și 30 mm, cu distanța fixă între axe.

Formele constructive ale acestor angrenaje sînt: globoidale, elicoidale și cilindrice.

Caracteristica șurubului melc de formă globoidală constă în forma suprafeței primitive care se obține prin rotirea arcului cercului mediu al roții melcate, în jurul axei șurubului fără sfîrșit.

Suprafața primitivă a șurubului fără sfîrșit a angrenajului elicoidal sau cilindric este un cilindru format prin rotirea unei linii drepte în jurul axei șurubului melc, la distanța razei medii la această axă.

Angrenajele melcate cilindrice se pot prezenta sub diferite forme geometrice (STAS 6845-75).

Melcul tip ZE (melc în evolventă) — forma profilului filetului este o curbă oarecare în secțiune axială și evolventă în secțiune frontală. Profilul filetului este rectiliniu în secțiune paralelă cu axa și tangentă la cilindrul de bază pe flancurile opuse ale filetului (fig. 20.28).

Dreptele generatoare sînt tangente la cilindrul director și înclinate față de axă cu un unghi egal cu cel pe care-l face elicea cu aceeași axă.

Melcul tip ZN (cu profil rectiliniu în secțiune normală pe dinte sau pe gol). Dreptele care generează profilul filetului sînt, în planul perpendicular pe elicea filetului, tangente la cilindrul director și au un unghi de înclinare diferit de unghiul elicei directoare. Profilul filetului are forma unei curbe oarecare în secțiune axială și a unei evolvente alungite în secțiune frontală. Profilul este rectiliniu în secțiunea perpendiculară pe elicea de referință a golului ZN 2 (fig. 20.29, a) și în secțiunea perpendiculară pe elicea de referință a dintelui ZN 1 (fig. 20.29, b).

Melcul tip ZA (melc arhimedic) este cu profil rectiliniu în secțiune axială, iar în secțiune frontală cu profil după spirala lui Arhimede. Dreptele generatoare sînt cuprinse în planul axial și sînt înclinate față

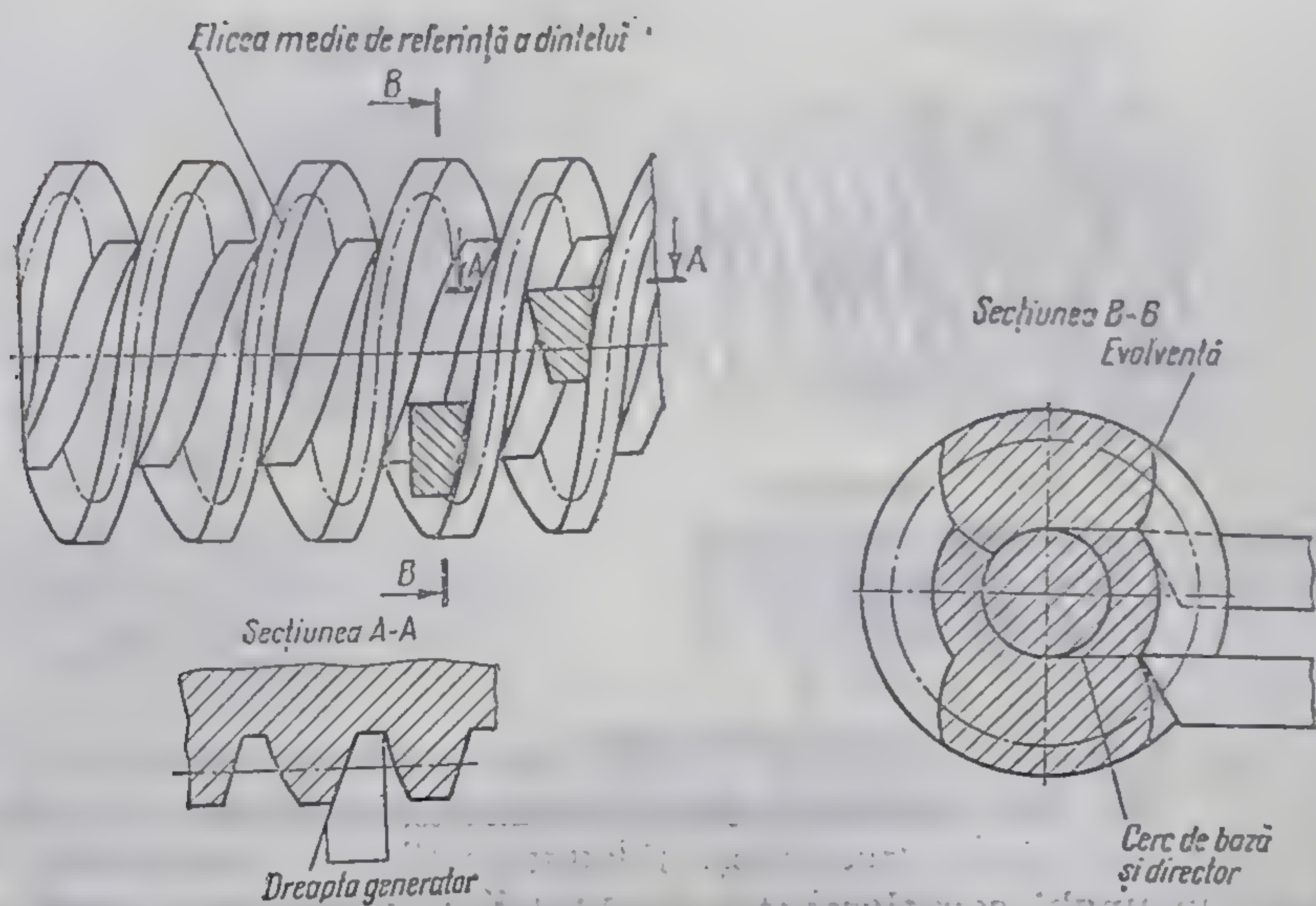


Fig. 20.28. Schema de prelucrare a melcului tip ZE.

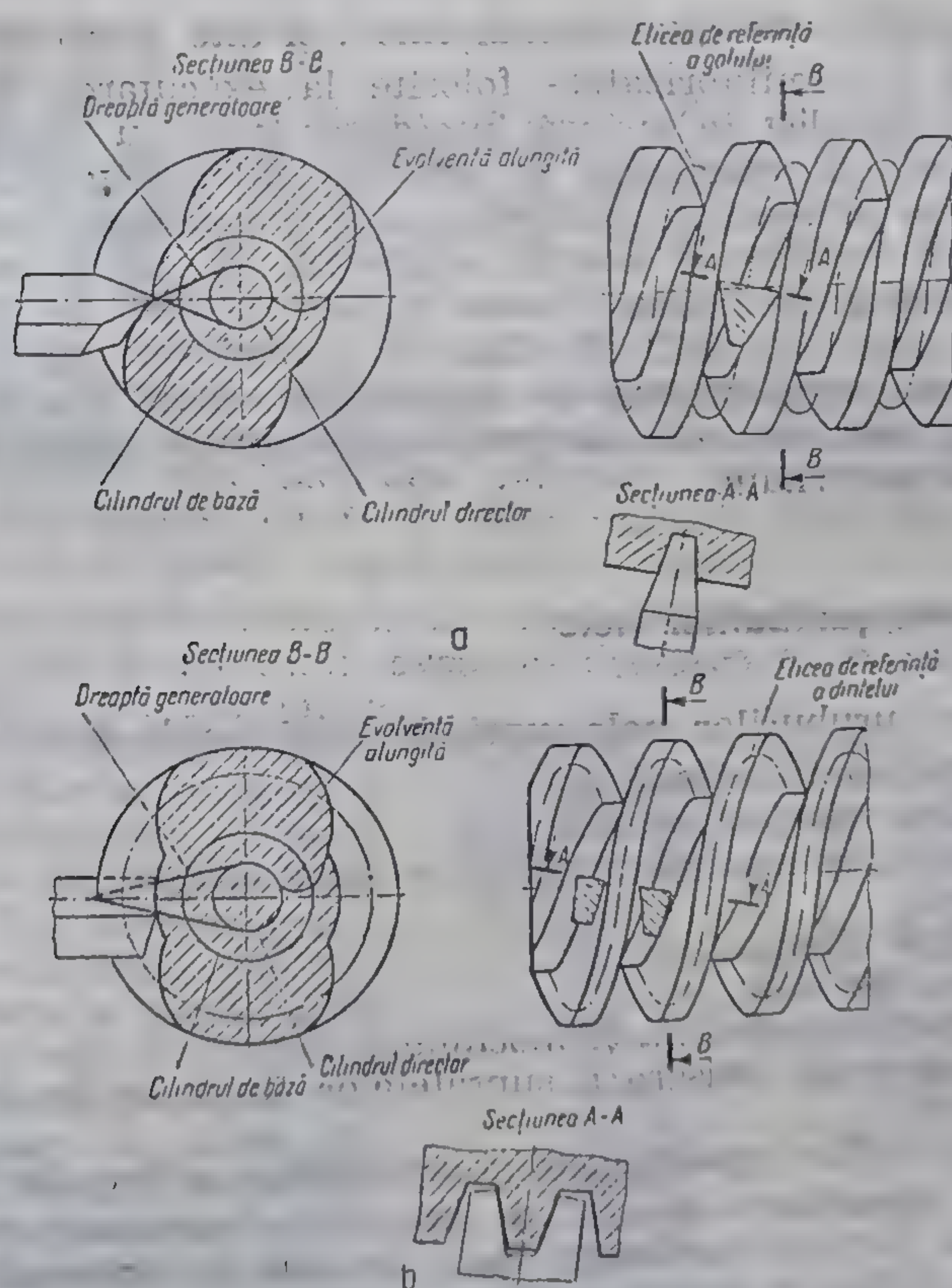


Fig. 20.29. Scheme de prelucrare a melcilor, tip ZN.

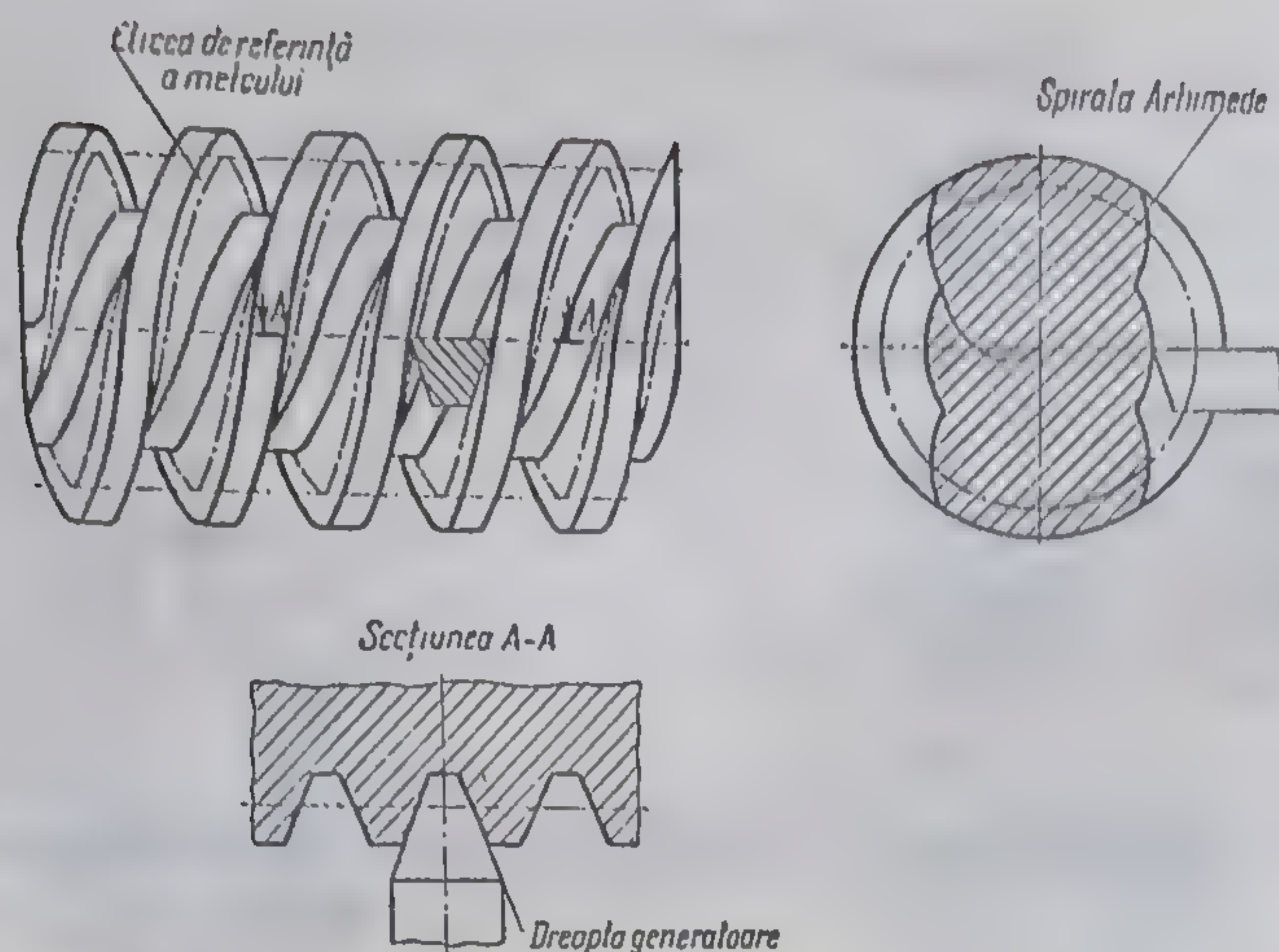


Fig. 20.30. Schema de prelucrare a melcului tip ZA.

de axă cu un unghi complementar unghiului de înclinare a elicei. Acest tip de melc (fig. 20.30) nu se recomandă pentru unghiuri mari ale elicei de referință.

În afara tipurilor menționate mai există și alte tipuri de melci.

Materialele și semifabricatele folosite la executarea melcilor și a roților melcate se aleg în strînsă interdependență cu condițiile impuse angrenajului privind rezistența la uzură și la diferite solicitări. Cînd roțile melcate au dimensiuni mari, pentru a se economisi bronzul — care este un material deficitar — corpul se execută din oțel și numai coroana melcată se execută din bronz. Pentru șuruburile melc se utilizează mai ales oțelurile: OLC 15, OLC 35, OLC 45 și mai rar oțelurile aliate ca 13 CN 35. Pentru roțile melcate se folosește de obicei bronzul de diferite calități. Pentru melci se întrebuintează semifabricate laminate, iar pentru roți semifabricate turnate.

a. Prelucrarea șuruburilor melc

Prelucrarea șuruburilor melc cuprinde următoarele etape:

- debitarea semifabricatului;
- centruirea semifabricatului;
- degroșarea, cu semifabricatul prins între vîrfuri;
- finisarea;
- degroșarea filetului;
- finisarea filetului;
- tratamentul termic sau termochimic;
- prelucrarea de finisare a suprafețelor fusurilor de lagăre (sau a găurii centrale);
- prelucrarea de suprafinisare a suprafețelor active ale filetului.

Cele mai importante operații de prelucrare mecanică sînt operațiile de formare a filetului șurubului melc. În cele ce urmează se prezintă metodele de obținere a angrenajului melc — roata melcată de tipul arhimedic, care are cea mai largă răspîndire.

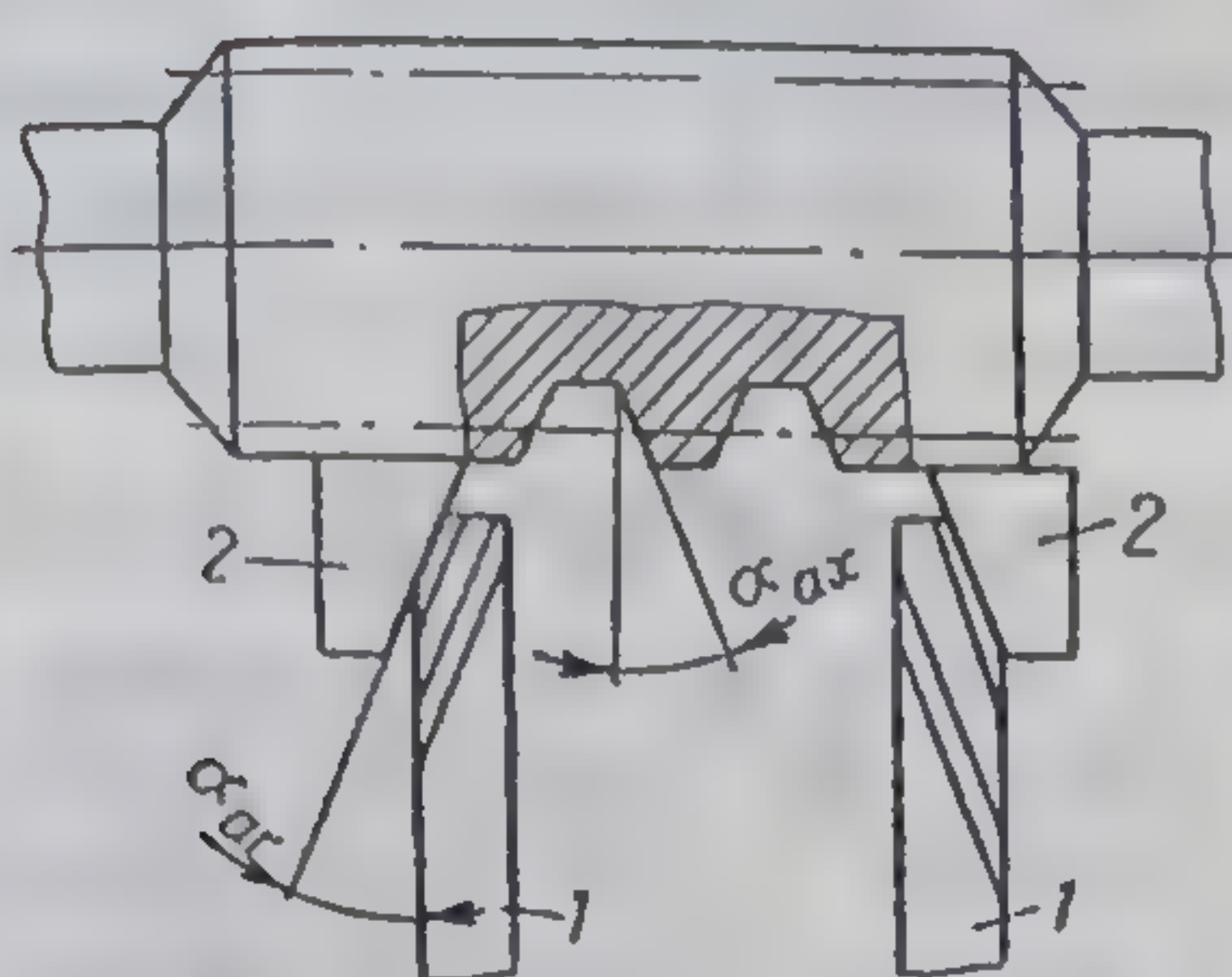


Fig. 20.31. Schema de așezare a cuțitelor pentru prelucrarea separată a flancurilor dinților melcului tip ZA.

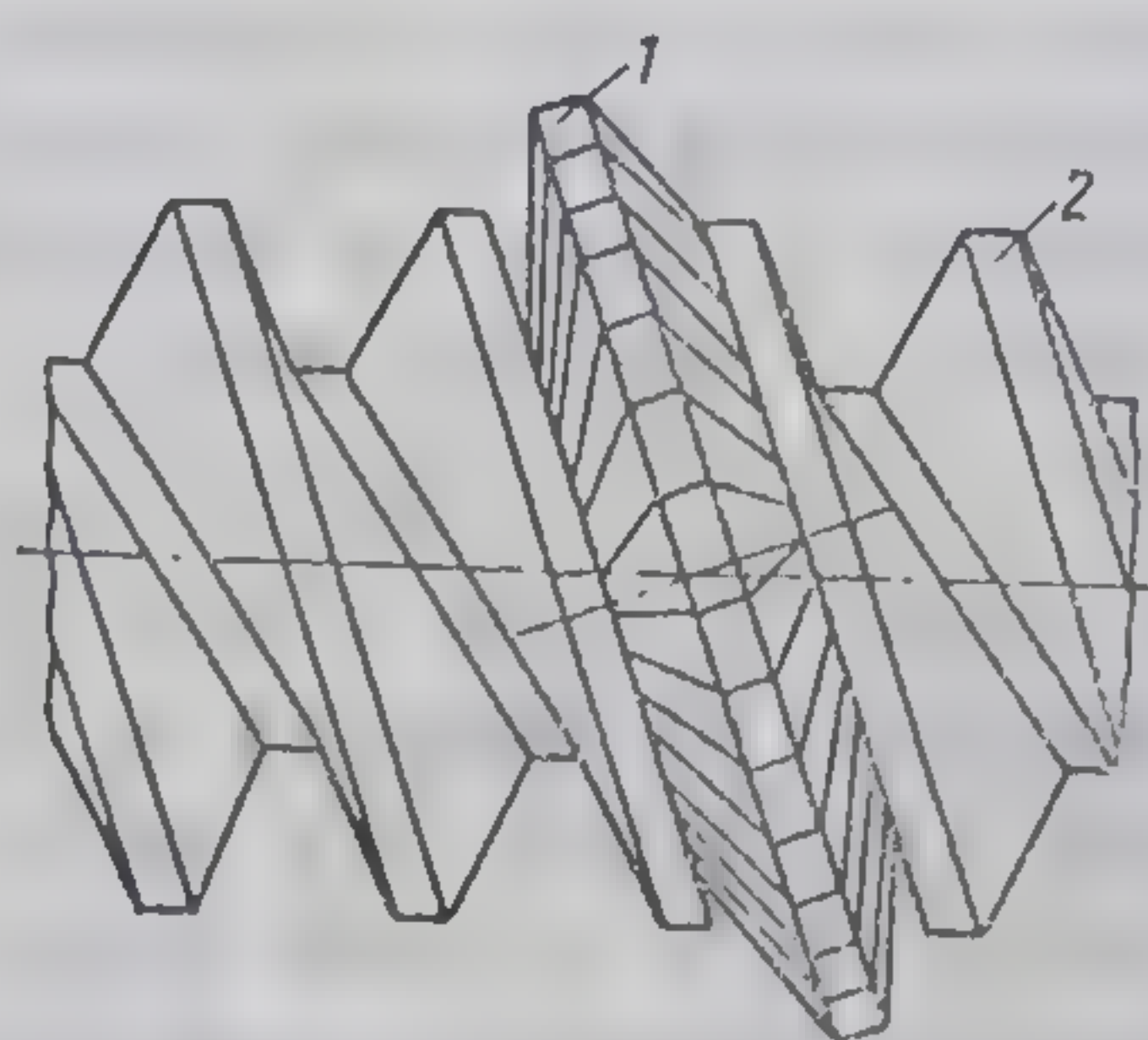


Fig. 20.32. Schema frezării șurubului melc tip ZA cu freza disc.

1) *Prelucrarea șurubului melc de tip ZA.* Cele mai importante metode de prelucrare ale șurubului melc sînt următoarele:

- prelucrarea cu cuțit cu muchii așchietoare rectilinii;
- prelucrarea cu freză disc sau cu freză deget;
- prelucrarea cu freză melc;
- prelucrarea cu roată de mortezat.

La prelucrarea cu cuțitul, acesta se așază astfel, încît muchia așchietoare rectilinie să fie cu fața sa de degajare în planul orizontal axial (fig. 20.31). În vederea prelucrării, semifabricatul se așază între vîrfurile strungului. După degroșare, fixarea cuțitelor 1 pentru finisarea melcului se face după un șablon special 2, respectîndu-se poziția suprafețelor de degajare care trebuie să se găsească în planul axial al șurubului melc.

Melcii mari și mijlocii cu modul ≥ 8 se execută cu două cuțite. Prelucrarea cu freze deget sau disc a șuruburilor melc se aplică în cazul melcilor cu modul mare, obținîndu-se astfel o mărire a productivității în raport cu prelucrarea cu cuțitul. Freza 1 trebuie să aibă profilul corespunzător profilului din secțiunea normală de pe elicăa melcului 2 (fig. 20.32). Prelucrarea cu freză melc implică construcții speciale de freze melc care să poată asigura profilul corect al filetului prelucrat.

În cazul șuruburilor melc de tip ZA, muchiile de așchiere ale frezei melc trebuie să fie curbilinii, deoarece așezarea ei în poziție de lucru se face astfel încît, tangentele trase pe liniile elicoidale medii ale frezei și șurubului melc să coincidă. Prelucrarea cu roată de mortezat a șuruburilor melc de tip ZA (fig. 20.33) se face prin așezarea acestei scule 1 cu axa sa paralelă cu planul axial al semifabricatului 2. În timpul prelucrării, semifabricatul primește o mișcare de rotație, iar roata de mortezat, pe lîngă mișcarea de rotație, execută și o mișcare suplimentară de deplasare de-a lungul axei șurubului melc.

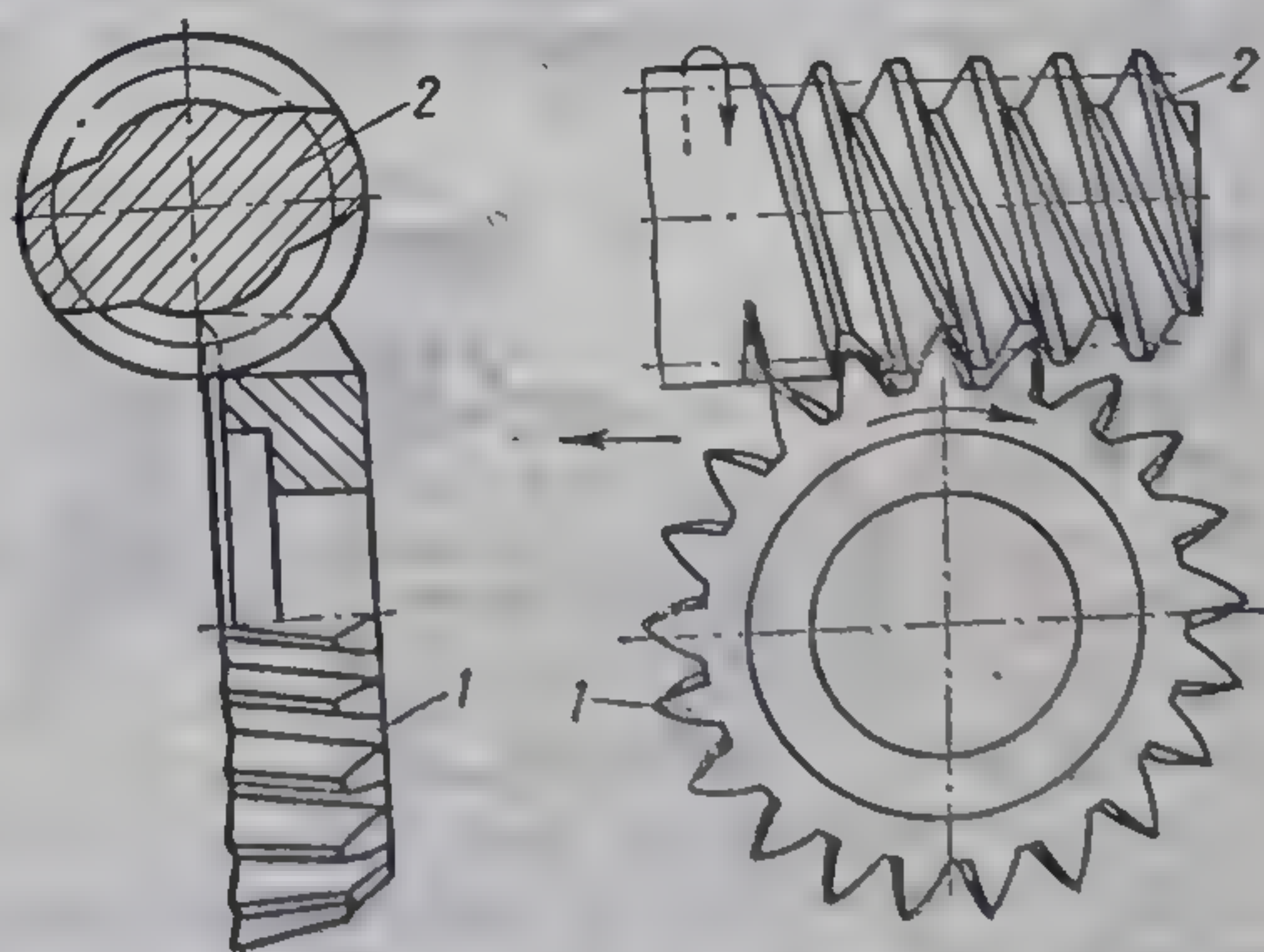


Fig. 20.33. Schema prelucrării cu roată de mortezat a șuruburilor melc tip ZA.

Cînd unghiul de înclinare al spirei nu depășește $5-6^\circ$ se folosesc roți de mortezat cu dinți drepecți, iar pentru valori mai mari ale unghiului de înclinare a spirei se folosesc roți de mortezat cu dinți înclinați. Profilul dintelui roții de mortezat trebuie să corespundă profilului golului șurubului melc în secțiune normală.

La melcii la care viteza periferică pe cilindrul de divizare trece de 3 m/s , gradul de netezire al flancurilor va trebui să fie mai mare. Acest lucru se realizează prin rectificare pe mașini de rectificat filete. Cînd este necesară o calitate superioară a suprafeței flancurilor melcilor, se aplică o netezire care se efectuează cu un amestec de micropulbere abrazivă formată din: electrocorindon, carbură de bor sau oxid de crom, cu vaselină industrială în proporție volumetrică de $20-30\%$ micropulbere abrazivă și restul vaselină.

2) Prelucrarea șurubului melc de tipul ZN 1 se face definitiv cu cușitul de finisare, care are muchia de degajare în planul perpendicular, pe dinte, pe cilindrul primitiv de divizare.

b. Prelucrarea roților melcate

Dantura roților melcate poate fi generată de un melc imaginar, materializat printr-o freză melc, care va fi copia melcului cu care angrenează roata melcată, avînd diametrul cercului de divizare, modulul (respectiv pasul), numărul de începuturi și unghiul profilului de referință identice cu ale melcului.

Sînt două metode de frezare a danturii roților melcate: cu avans radial (fig. 20.34, a) și cu avans tangențial (fig. 20.34, b). În primul caz, precizia și rugozitatea suprafeței frezate sînt inferioare celor obținute prin frezarea cu avans tangențial, datorită faptului că, la frezarea cu avans radial, degroșarea și finisarea se execută cu aceeași dinți ai sculei; pe de altă parte, în urma reascuțirii frezei, diametrul acesteia se micșorează (unghiul de înclinare al spirelor se mărește), avînd loc deformarea profilului.

În cazul frezării cu avans radial, datorită diferenței de înclinare a liniilor elicoidale de pe cilindrul exterior al frezei și liniilor elicoidale de pe cilindrul de diametru mic al roții, profilul dinților roții melcate rezultă parțial denaturat. De aceea, la o înclinare peste $6-8^\circ$ nu se va utiliza frezarea cu avans radial.

Cînd condițiile tehnice nu impun, se va utiliza frezarea cu avans tangențial chiar pentru o înclinare mai mică decît $6-8^\circ$.

Prelucrarea cu avans radial este în schimb mai productivă. De aceea, aceasta se va utiliza la degroșare; la finisare, se va aplica frezarea cu avans tangențial.

Dantura roților melcate de dimensiuni mijlocii și mari, dar

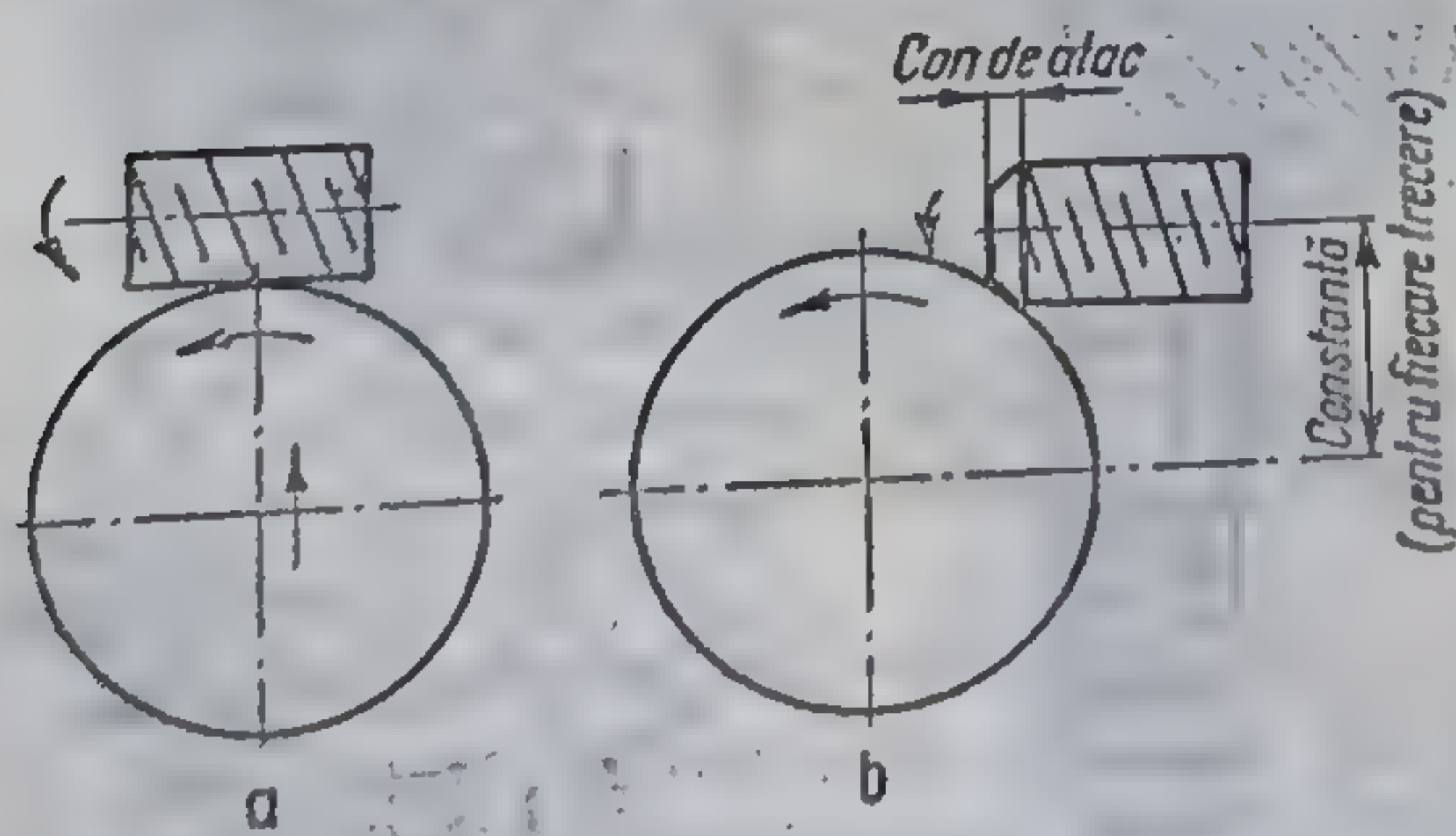


Fig. 20.34. Executarea danturii roților melcate cu freze melc.

de precizie înaltă, se finisează cu șeverul-melc printr-o operație separată. Prelucrarea roților melcate se execută pe aceleași mașini care se utilizează pentru frezarea roților dințate cilindrice.

c. Prelucrarea foarte fină a șuruburilor melc

Modificările de formă ale șuruburilor melc, după tratamentul termic, se pot corecta prin rodare și rectificare, care constituie operațiile de finisare ale acestor piese.

Rodarea suprafețelor active se execută pe strunguri cu ajutorul unor abrazivi fini în ulei și al unor saboți de lemn fixați în portcuțit, șurubul fiind prins între vîrfuri. Pentru rectificare se folosesc discuri abrazive cu partea așchietoare conică. Șuruburile melc care lucrează la turații mari se supun, după rectificare, unei operații de tușare, folosindu-se, în acest scop ca scule de tușare, roți dințate din lemn de fag sau din fontă, încărcate cu un amestec de pulbere de corund cu ulei.

7. PRELUCRAREA ARBORILOR CANELAȚI ȘI A ALEZAJELOR CANELATE

În general prelucrarea arborilor canelați constă din: strunjire (de degroșare și de finisare), prelucrarea canelurilor, aplicarea tratamentului termic și, dacă este necesar, rectificarea canelurilor și a altor suprafețe.

În cazul producției de unicate sau de serie mică, canelurile se pot prelucra prin frezare, pe mașini de frezat orizontale, în două feluri:

— se frezează mai întâi flancurile canelurilor cu un joc de freze disc și apoi se frezează fundul canelurii cu o freză disc. Dacă canelurile vor fi rectificate, atunci această freză disc are posibilitatea de a executa canalele de degajare pentru discurile de rectificat;

— se frezează canelele cu o singură freză disc profilată.

În ambele variante, divizarea se obține cu ajutorul unui cap divizor.

La producția în serie mare sau în masă, canelurile se execută prin rulare pe mașini speciale de frezat caneluri, folosindu-se freze melc speciale (fig. 20.35). Canelurile axurilor cu diametrul pînă la 30 mm se frezează dintr-o singură trecere. Axurile cu diametrul mai mare se frezează de obicei în două treceri (de degroșare și de finisare). Canelurile axurilor scurte prevăzute și cu praguri, care nu permit ieșirea frezei, se prelucurează cu ajutorul cuțitelor rōată pe mașini de mortezat dantura.

Precizia de prelucrare a canelurilor cu ajutorul frezelor melc este de 0,05—0,08 mm, nefiind suficientă pentru ajustaje precise. Din acest motiv ele trebuie rectificate. Rectificarea canelurilor se execută pe mașini speciale de rectificat caneluri. La producția de serie mică și mijlocie, mai întâi se execută rectificarea flancurilor, iar apoi a fundurilor canelurilor. În cazul producției în serie mare sau în masă se aplică metoda rectificării cu piatra profilată, care rectifică dintr-o dată flancurile cît și fundul canelurii. O metodă eficientă, aplicată la rectificarea canelurilor cu piatra profilată, este reprezentată în figura 20.36, unde se prelucurează simultan două piese, una prin degroșare și cealaltă prin finisare. Canalele de degajare se obțin direct prin rectificarea de degroșare.

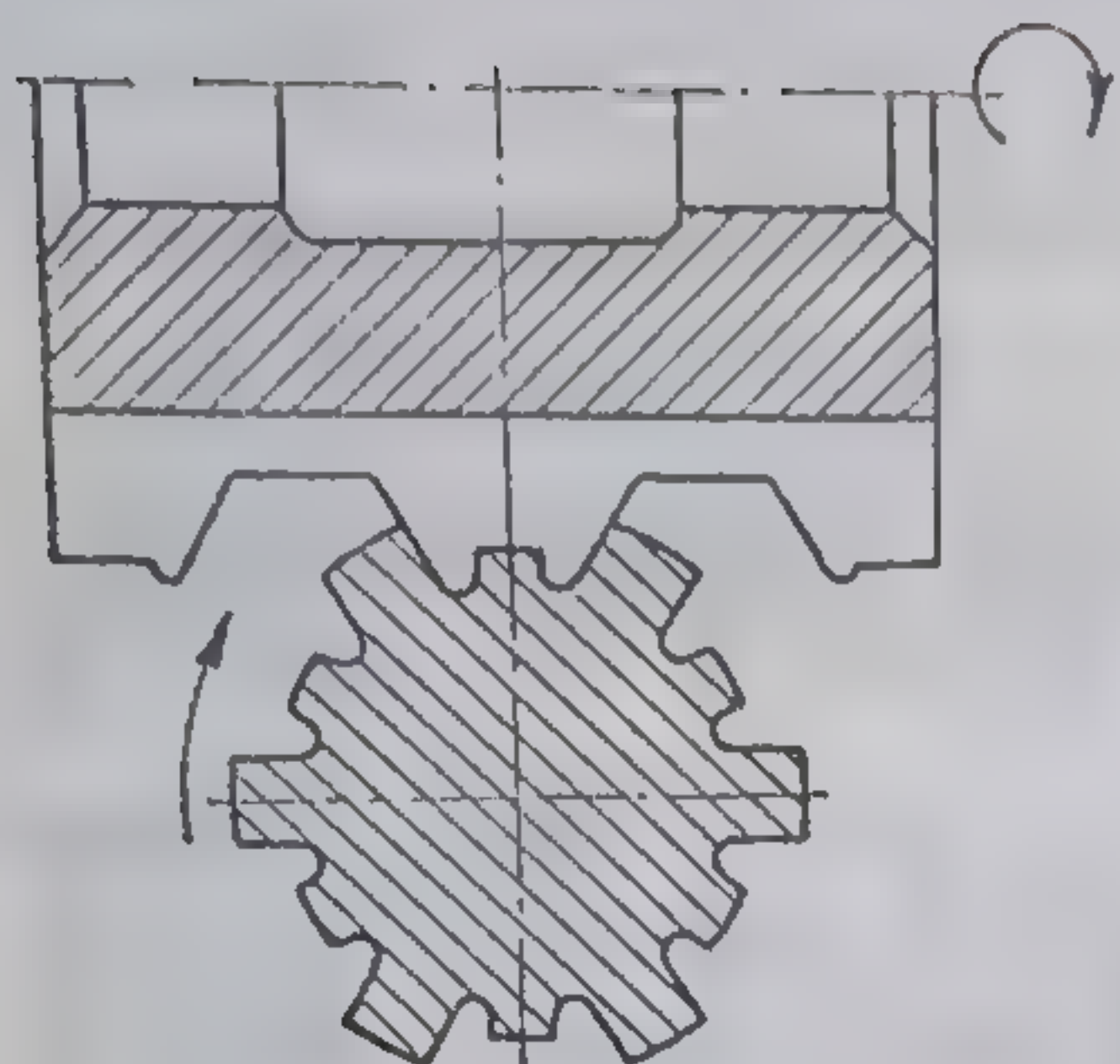


Fig. 20.35. Frezarea canelurilor prin rulare cu freze melc.

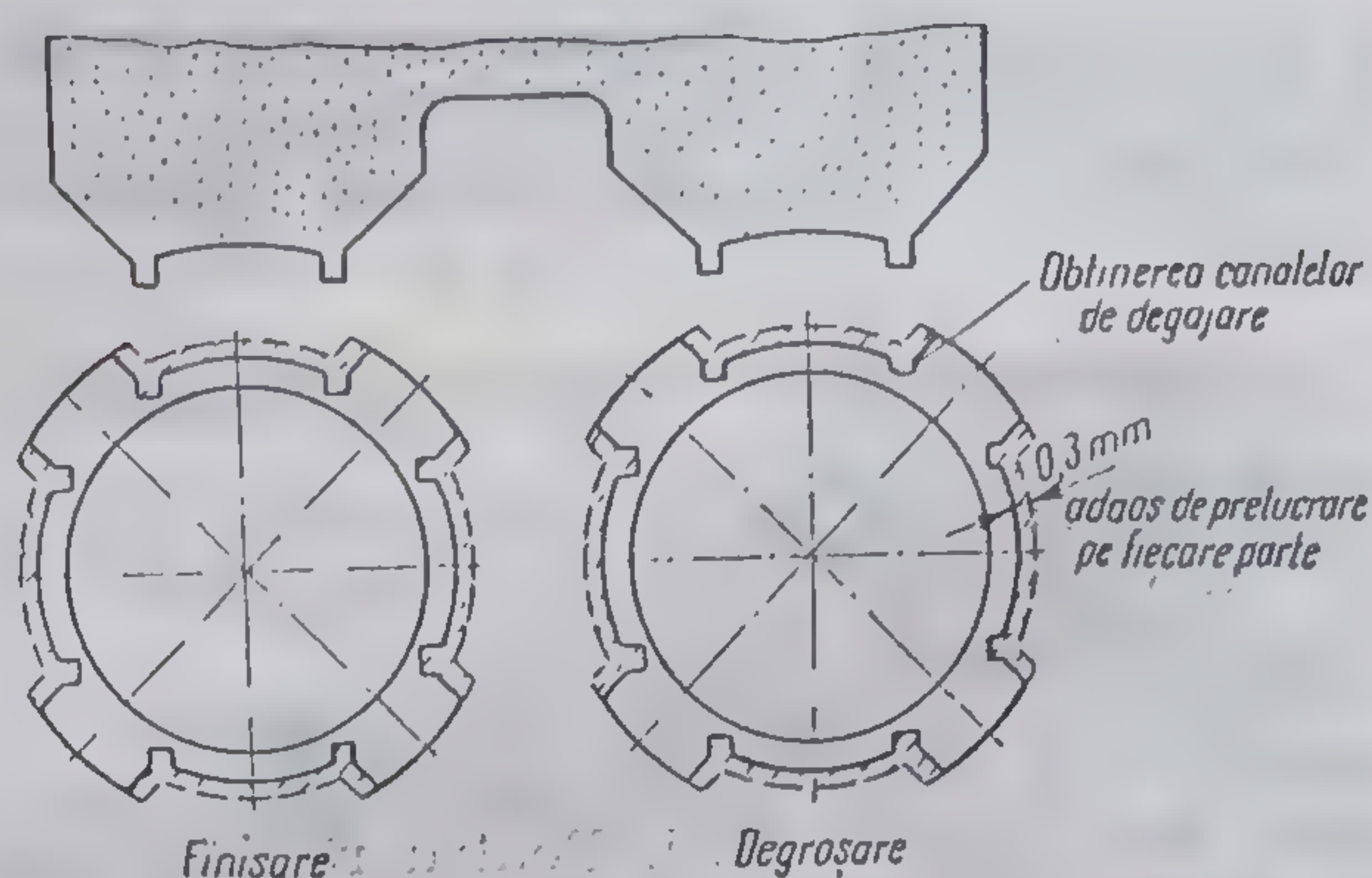


Fig. 20.36. Rectificarea arborilor canelați cu piatra profilată.

Prelucrarea alezajelor canelate se execută, de obicei, prin următoarele operații: prelucrarea alezajului și a unei fețe frontale, broșarea canelurilor, prelucrarea pe dorn a suprafețelor exterioare și a fețelor frontale, tratamentul termic, rectificarea cilindrică interioară. De multe ori, în urma tratamentului termic, canelurile se deformează, fiind necesară o operație de calibrare, care se execută cu ajutorul unor dornuri de calibrat.

În cazul unicateilor, arborii canelați și alezajele canelate se pot prelucra și prin mortezare, procedeu aplicat mai ales în atelierele de reparații.

8. CONTROLUL ROȚILOR DINȚATE, A CANELURILOR ȘI A ANGRENAJELOR CU ROȚI DINȚATE

Datorită profilului complex, precizia funcțională a angrenajelor dințate depinde de precizia de execuție a lor și de abaterile de montare a organelor dințate în mecanism. Ca urmare, controlul roților dințate se va face diferențiat, adică pe fiecare element sau parametru în parte și complex, în angrenare.



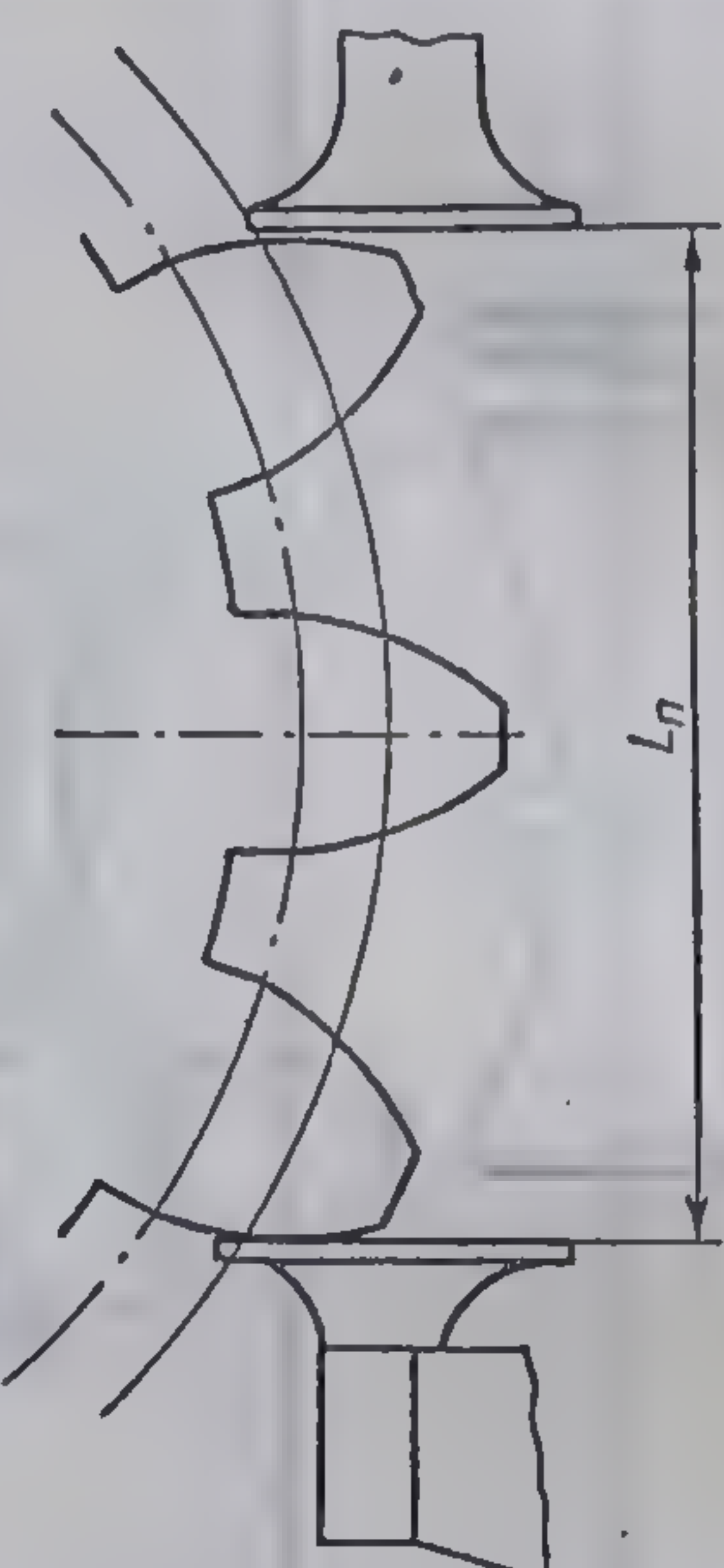
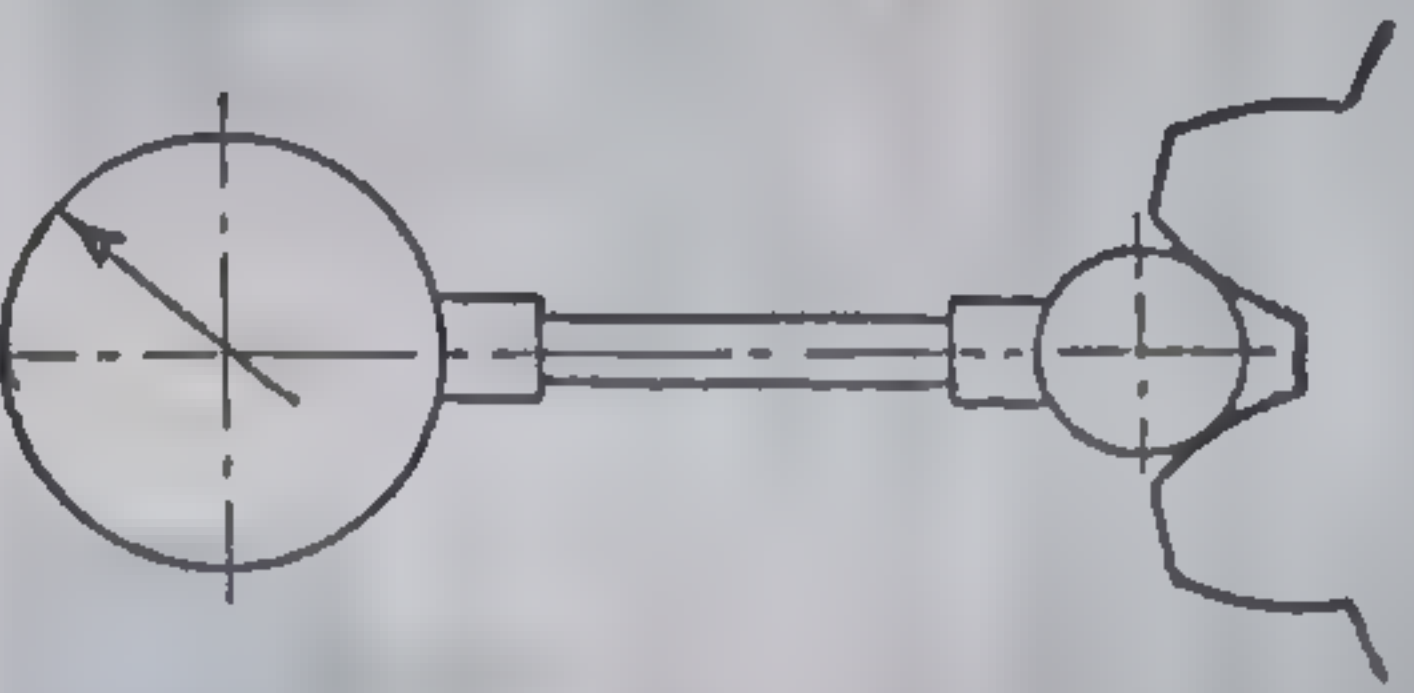
Controlul diferențiat se execută atât pe parcursul procesului tehnologic de prelucrare (după anumite operații), cât și în cadrul controlului final de atelier, când se verifică mai ales parametrii de exploatare ai angrenajelor. Controlul complex permite o apreciere globală a calității funcționale a roții sau angrenajului. În tabelul 20.3 sînt date principalele metode și mijloace pentru controlul pieselor cu dantură.

9. MĂSURI DE TEHNICĂ A SECURITĂȚII MUNCII LA PRELUCRAREA PIESELOR DE MAȘINI CU DANTURĂ

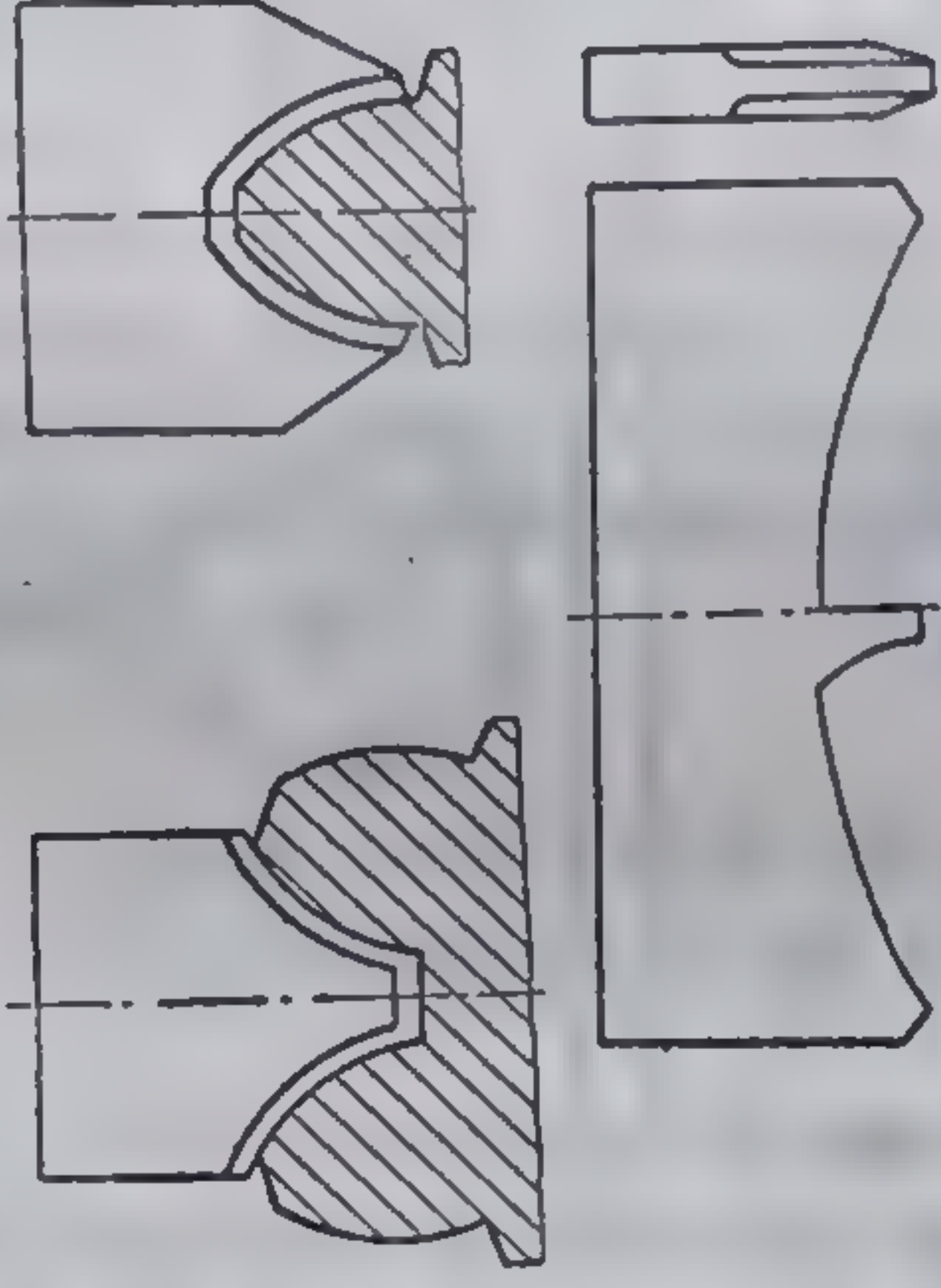
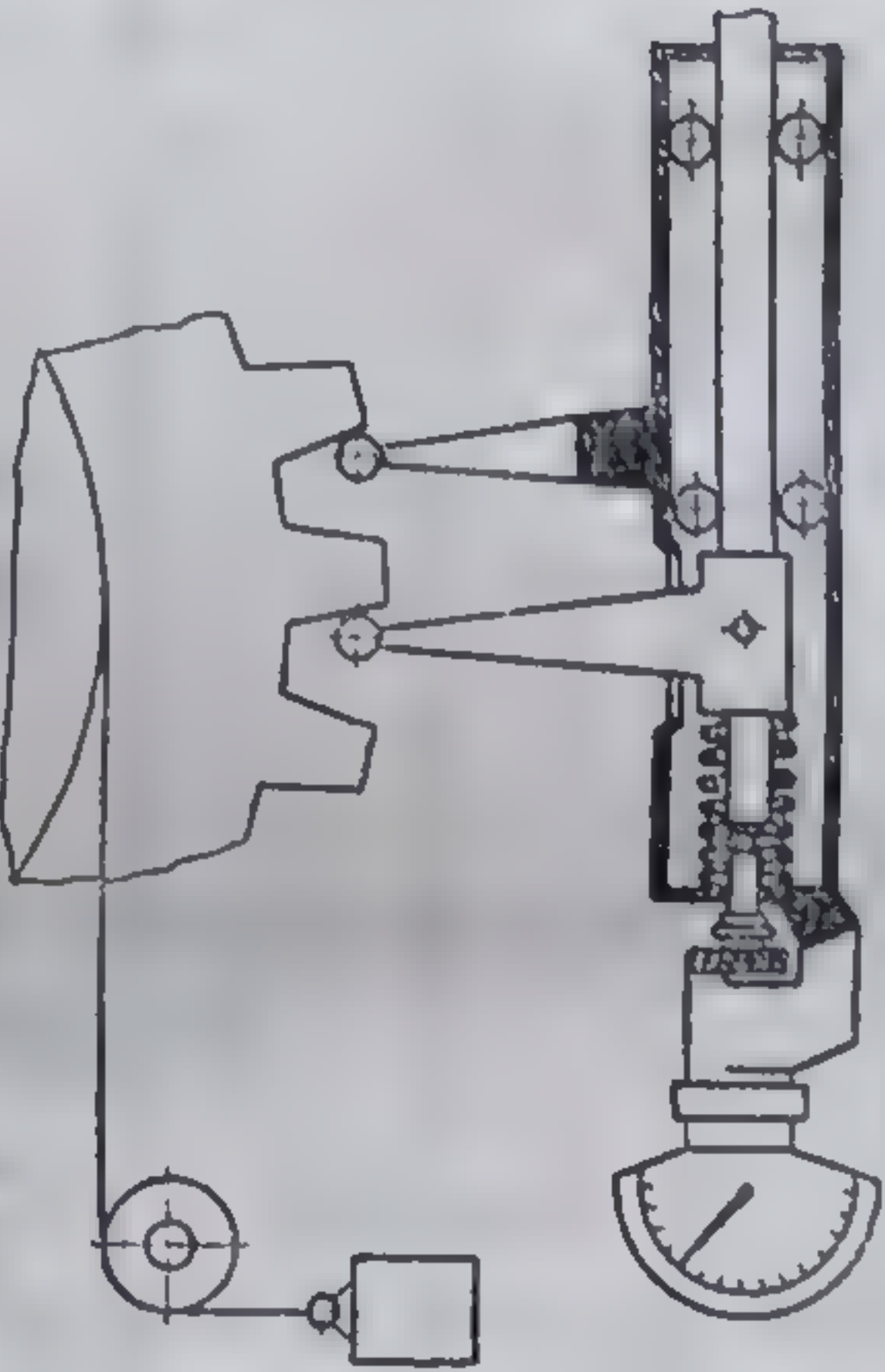
La prelucrarea danturii roților dințate, care în general se execută pe mașini cu ciclu semiautomat, pe lângă respectarea tuturor prevederilor generale de tehnică a securității muncii, este necesar ca reglarea acestor mașini să fie făcută corect.

Tabelul 20.3

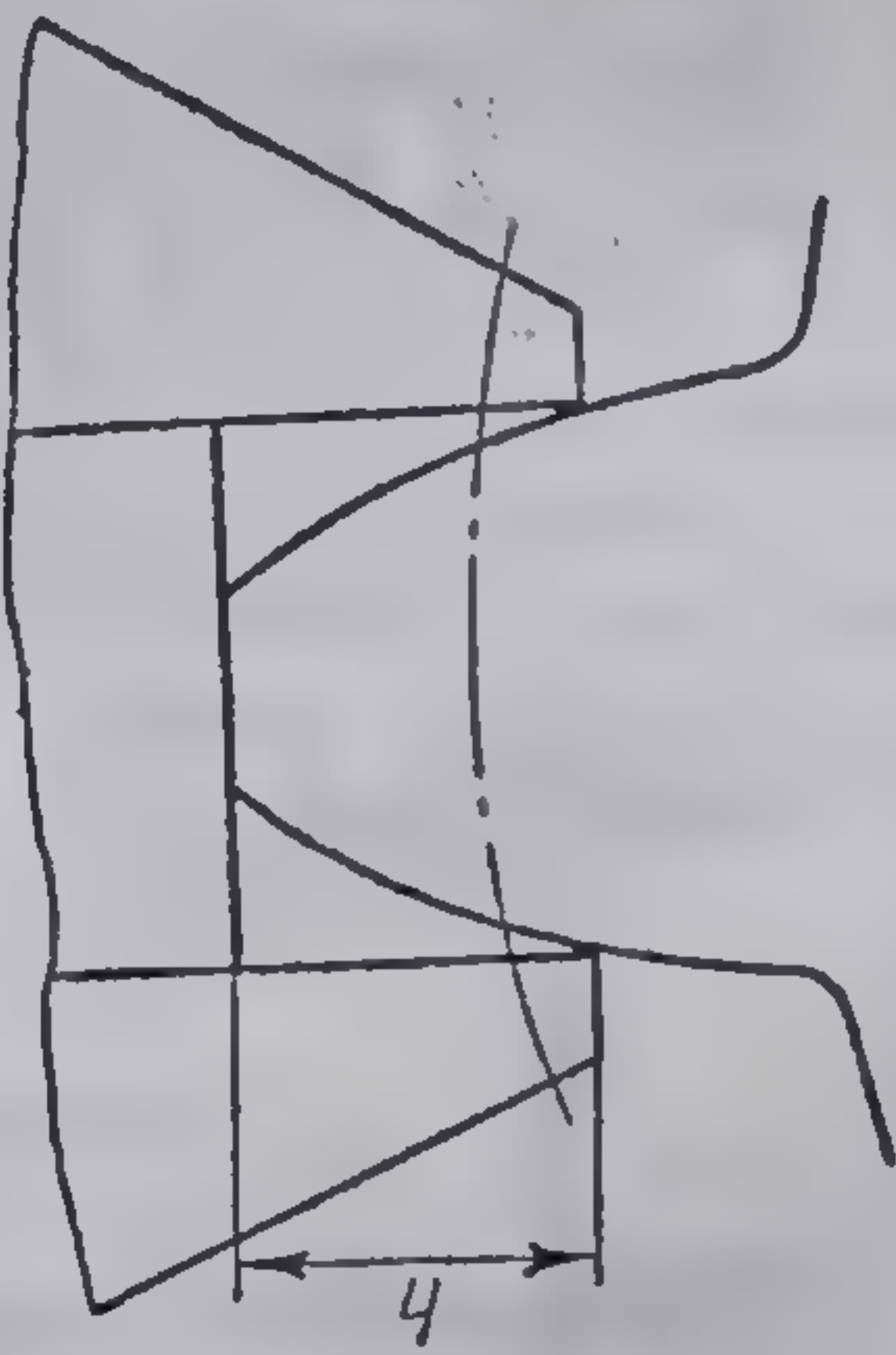
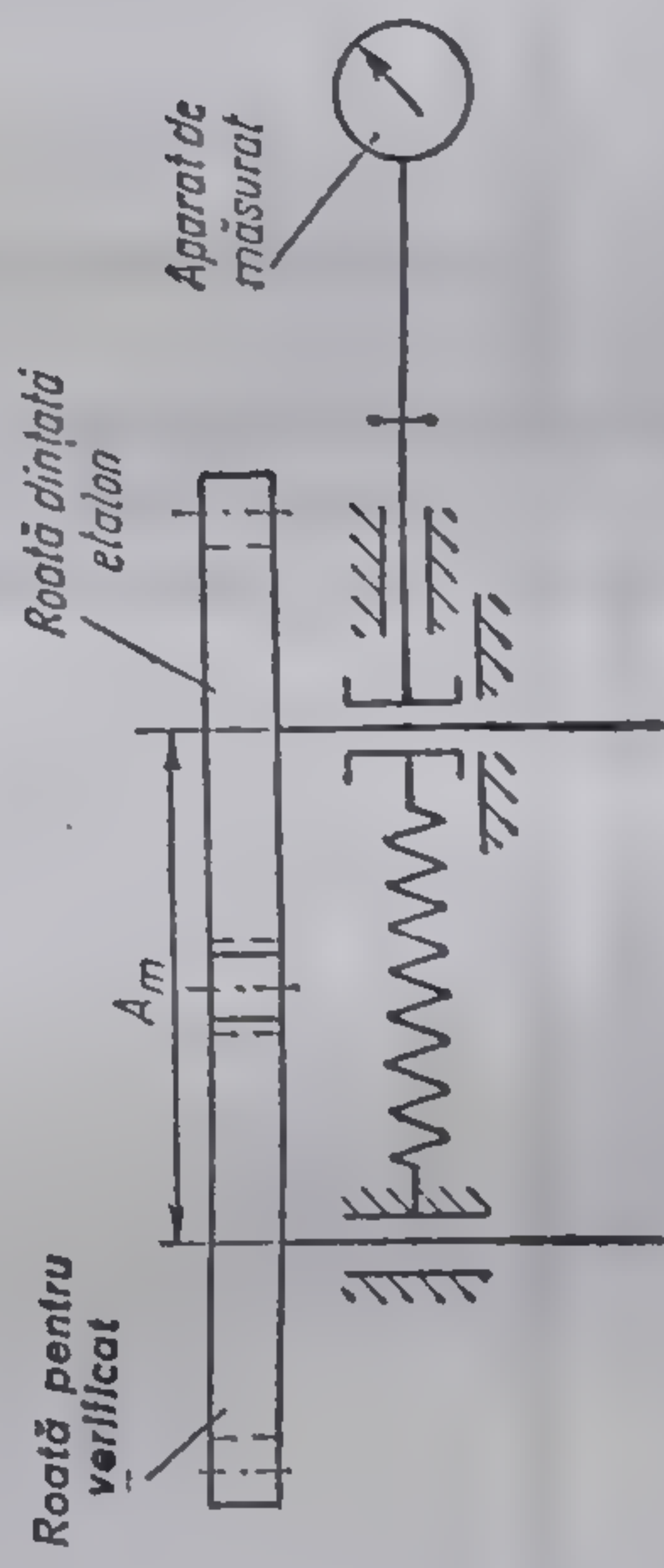
Controlul pieselor cu dantură

Nr. crt.	Parametrii de verificare	Schema de control	Metode și mijloace de măsurat
1	Verificarea aspectului exterior aprecierea calității suprafeței		Control vizual și control comparativ cu mostre de rugozitate
2	Diametrul alezajului din bu- tucul roții d		Mijloace de măsurat universale, iar în cazul producției în serie mare se folosesc calibre limitative
3	Lungimea (cota) peste n dinți L_n		Micrometru cu talere
4	Bătaia radială a danturii b_r		Aparat pentru măsurarea bății radiale cu comparator

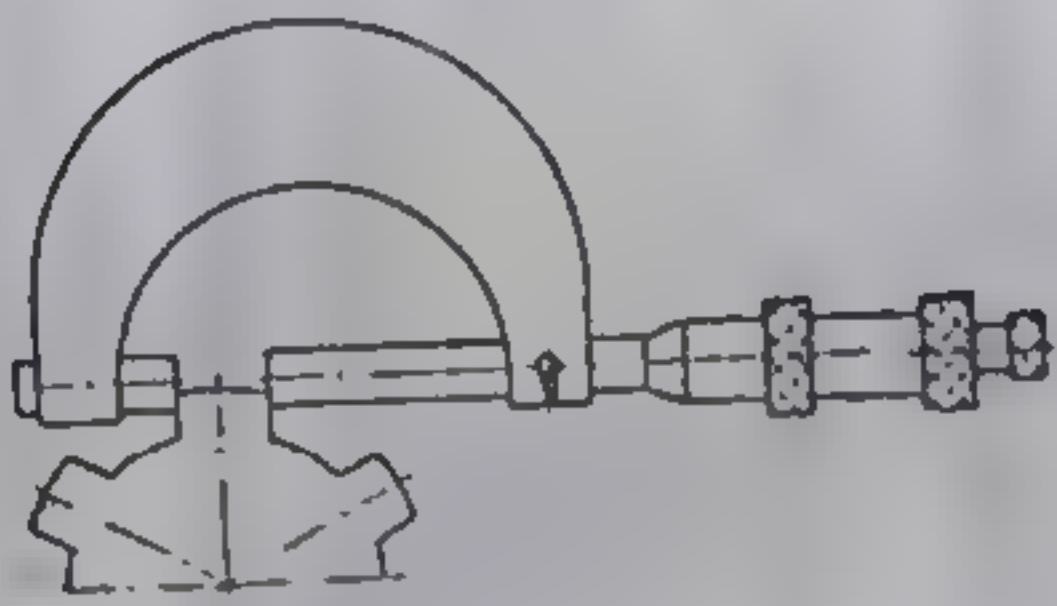
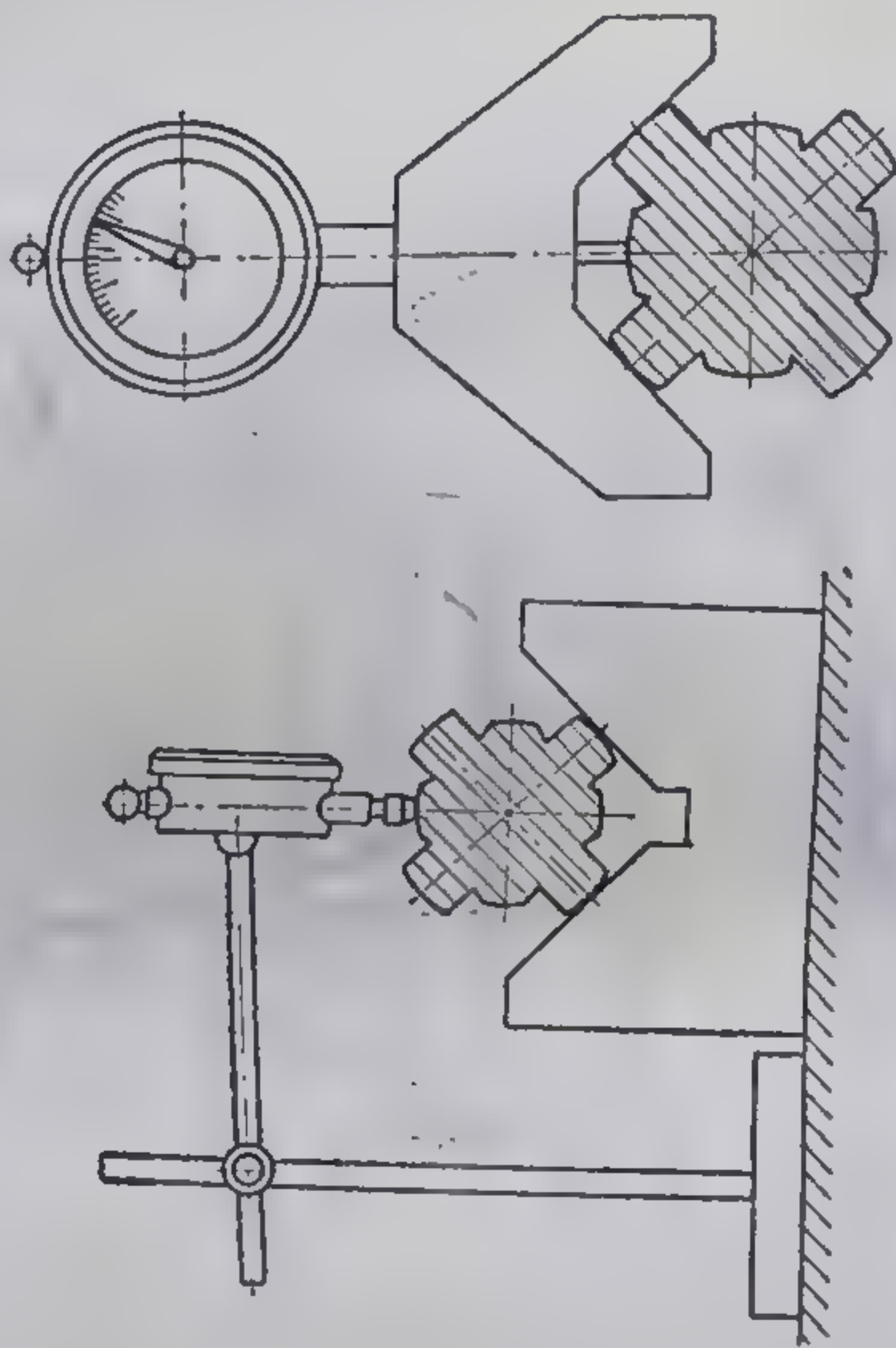
Tabelul 20.3 (continuare)

Nr. crt.	Parametrii de verificare	Schema de control	Metode și mijloace de măsurat
5	Controlul formei profilului danturii E_{fp}		Șabloane pentru verificarea profilului, evolvermetrul și proiectorul
6	Controlul pasului circular		Pasmtru fix și portabil. Ultimul este utilizat la roțile dințate mari

Tabelul 20.3 (continuare)

Nr. crt.	Parametrul de verificare	Schema de control	Metode și mijloace de măsurat
7	Grosimea dinților B		Subler pentru dantură și micro-metru optic
8	Controlul complex		Dispozitive speciale pentru controlul complex al angrenajelor cilindrice, conice și melcate

Tabelul 20.3 (continuare)

Nr. crt.	Parametrii de verificare	Schema de control	Metode și mijloace de măsurat
9	Lățimea canelurilor		Bloc de cale plan paralele, micro-metre de exterior, optometre orizontale, iar pentru producția în serie mare calibre potcoavă
10	Verificarea excentricității arborilor		Prisme și comparator cu cadran
11	Verificarea adâncimii canelurii în butuc	—	Calibre speciale

Piese și scule de danturat trebuie să fie fixate cu multă atenție, astfel ca în timpul lucrului să fie exclusă orice dereglare și deci provocarea de accidente.

Ca și la execuția filetelor, măsurarea și controlul danturii trebuie efectuate numai după ce mașina-unealtă a fost oprită.

VERIFICAREA CUNOȘTIINȚELOR

1. Care sînt sculele folosite la prelucrarea danturii roților dințate prin metoda copierii și cum se aleg ele?
2. Să se enumere sculele folosite la prelucrarea danturii prin rulare, modul cum lucrează și avantajele acestor scule față de cele utilizate la prelucrarea danturii prin copiere.
3. Să se arate modul în care se aleg sculele pentru prelucrarea roților dințate conice în funcție de tipul danturii.
4. Să se arate procedeele de prelucrare a roților dințate cilindrice cu avantajele și dezavantajele fiecăruia în parte.
5. Cum se realizează șeveruirea roților dințate și care sînt tipurile de șevere mai des folosite?
6. Să se arate tipurile de melci mai des folosiți și tehnologia de execuție a lor.
7. Care sînt metodele și sculele de prelucrare a roților melcate?
8. Să se arate metodele de prelucrare a roților conice, particularitățile și avantajele fiecăreia în parte.
9. Care este tehnologia de execuție a bușelor canelate și arborilor canelați în funcție de tipul producției?
10. Să se arate care sînt elementele ce se verifică la roțile dințate și mijloacele folosite în acest scop.

CAPITOLUL 21

METODE ȘI PROCEDEE SPECIALE DE PRELUCRARE A METALELOR ȘI MATERIALELOR NEMETALICE

Folosirea pe scară din ce în ce mai mare a materialelor cu duritate mare, cum ar fi oțelurile bogat aliate, carburile metalice, materialele mineraloceramice etc., precum și a celor semiconductoare (germaniu, siliciu, cuarț, ferite etc.), necesită introducerea unor tehnologii moderne, prin aplicarea unor metode speciale de prelucrare, care să asigure productivitate mare, cost redus și calitate ridicată. În acest scop, sînt folosite procedeele de prelucrare a materialelor prin eroziune care poate fi: electrică, cu plasmă, electrochimică, chimică, cu radiații, complexă abrazivă și cavitațională în câmp ultrasonic.

1. PRELUCRAREA PRIN EROZIUNE ELECTRICA

Prelucrarea prin eroziune electrică constă în îndepărtarea unui anumit strat de material de pe piesa care se prelucrează cu ajutorul unor scînteii sau arcuri electrice ce se provoacă între respectiva piesă și un electrod vibrator de formă corespunzătoare. Scînteia, a cărei durată variază între o milionime și o zecime de miime de secundă, se formează între anod și catod separați printr-un dielectric (petrol și ulei), care are rolul de a concentra efectul scînteii și de a evacua particulele desprinse, din zona de lucru. La locul de străpungere și de localizare a scînteii se produc temperaturi pînă la 10000°C care fac să se topească și să se vaporizeze orice metal. Metalul, sub formă de picături lichide, este aruncat de forțele de explozie care acționează la locul descărcării.

Procedeul de prelucrare prin eroziune electrică se poate aplica, în general, la prelucrarea tuturor materialelor bune conducătoare de electricitate, dar, din considerente economice, aplicarea acestuia este limitată la prelucrarea pieselor și suprafețelor profilate microdimensionale (orificii, fante înguste etc.). De obicei, prelucrarea se execută în mai multe faze sau operații: degroșare, semifinisare și finisare, cu adaosuri de prelucrare diferite, cu regim de lucru diferit și cu mai mulți electrozi-sculă de formă și dimensiuni corespunzătoare cu forma și dimensiunile suprafeței care se prelucrează (fig. 21.1). Ca material pentru executarea electrodului-sculă se utilizează mai des cuprul, aliajele de cupru-grafit etc., iar în cazul prelucrării orificiilor de secțiune mică și a fantelor se folosesc și aliaje de tipul wolfram-cupru, wolfram-argint etc.

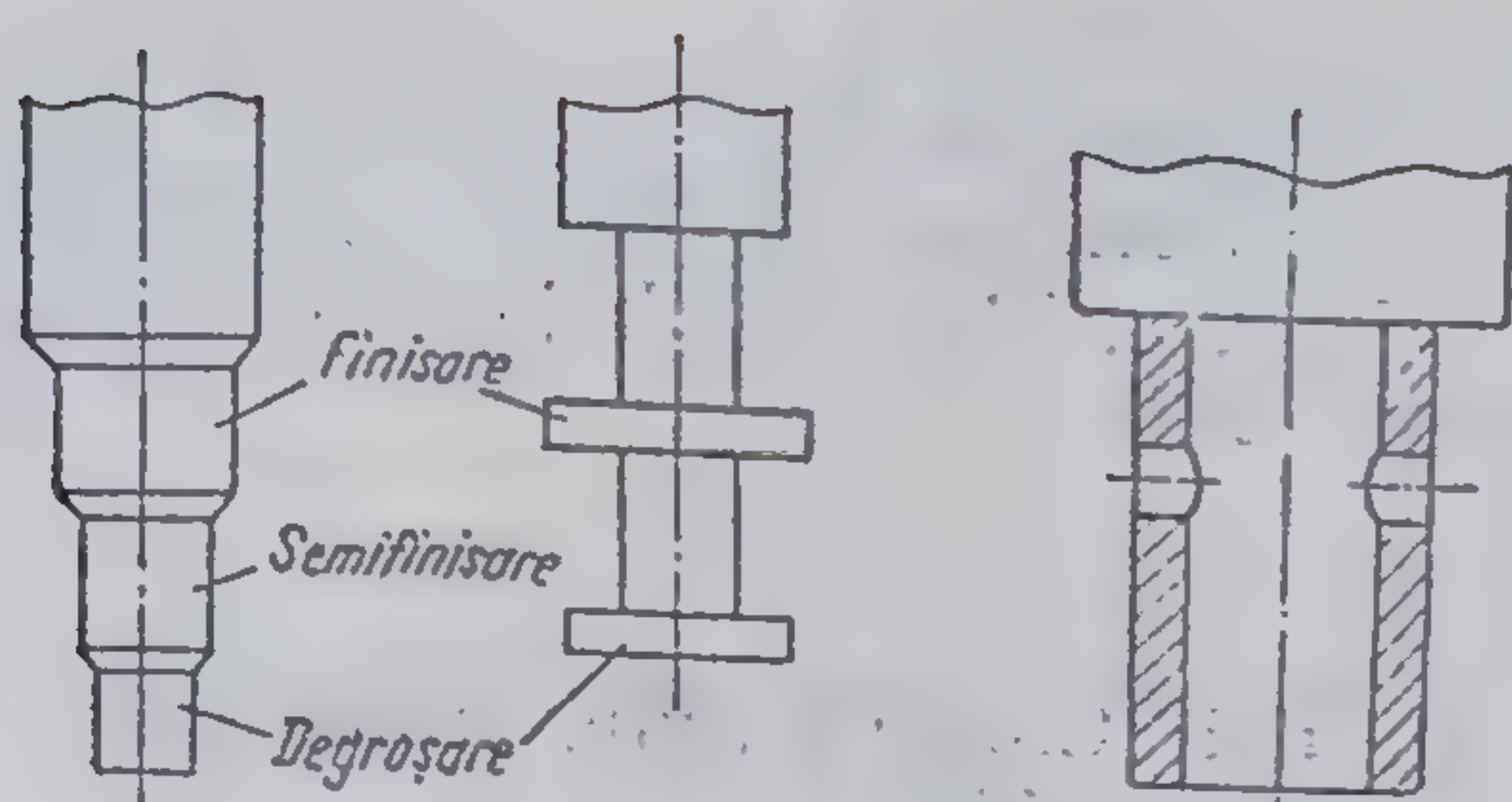


Fig. 21.1. Tipuri de electrozi pentru orificii străpunse.

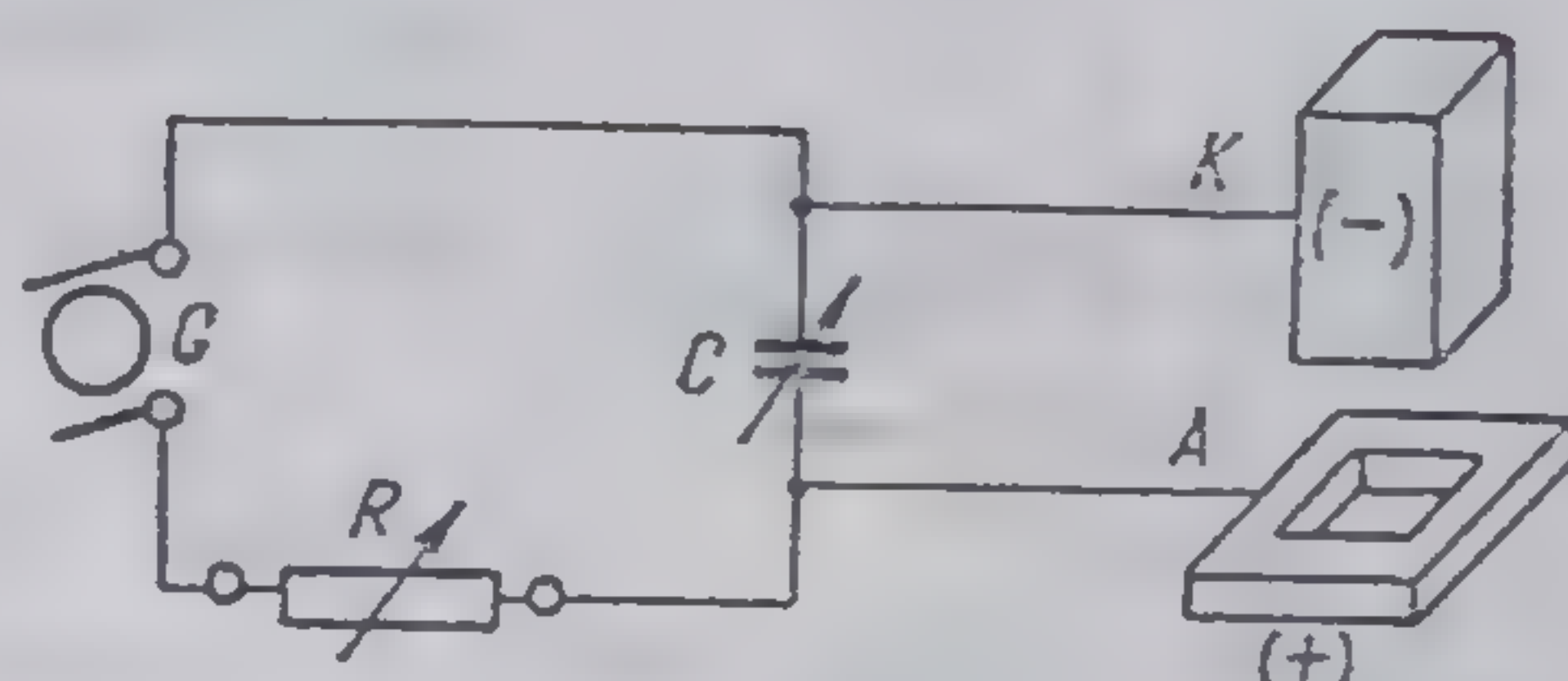


Fig. 21.2. Schema prelucrării prin scînteii electrice.

Practic, prelucrarea prin eroziune electrică se realizează cu ajutorul a două circuite (fig. 21.2). Unul dintre circuite constă dintr-un generator G și un condensator C care se încarcă de la generator prin rezistența reglabilă R . Al doilea circuit, pe lângă condensatorul menționat, are un electrod constituit din piese care se prelucrează (anodul A) și al doilea electrod, din scula vibratoare (catodul K). Cei doi electrozi se găsesc într-un mediu lichid dielectric (baie de petrol, ulei, apă distilată etc.) care are rolul de a mări acțiunea electrocorosivă a scînteilor și a îndepărta particulele de material dintre sculă și piesă. Electrocul-sculă vibrează axial în limitele a doi milimetri și se apropie periodic de piesa de prelucrat, cînd, prin descărcarea condensatorului, se produc scînteile cu eliberare considerabilă de căldură, ce topește și chiar vaporizează metalul, producînd pe suprafața prelucrată cratere minuscule în formă de calotă sferică. Regimul de lucru are următoarele valori: tensiunea 20—220 V, intensitatea curentului electric 0,1—50 A, capacitatea condensatorului 0,25—500 μF .

În cazul finisării gradul de netezime al suprafeței corespunde rugozității $R_a=6,3 \dots 1,6 \mu\text{m}$.

Metoda le prelucrare prin eroziune electrică se pretează nu numai la prelucrări de finisare propriu-zisă, ci și la executarea filierelor din metal dur, a tarozilor, a matrițelor de forjare și presare, a cuțitelor profilate de strung, la executarea găurilor înfundate, la scoaterea resturilor de scule rupte din piese de mare valoare etc.

Pentru decupări ale unor contururi foarte complexe în materiale de grosimi mari (pînă la 100 mm) se folosește prelucrarea prin eroziune electrică cu electrod filiform. Între obiectul de prelucrat P (fig. 21.3) și electrodul filiform S se asigură o mișcare relativă după coordonatele x și y în așa fel încît în dreptul electrodului să se realizeze conturul de prelucrat. La trecerea prin piesă, electrodul filiform suferă o uzură dependentă de parametrii de lucru. Această diferență va determina o diferență între aria de intrare în piesă a electrodului și aria de ieșire,

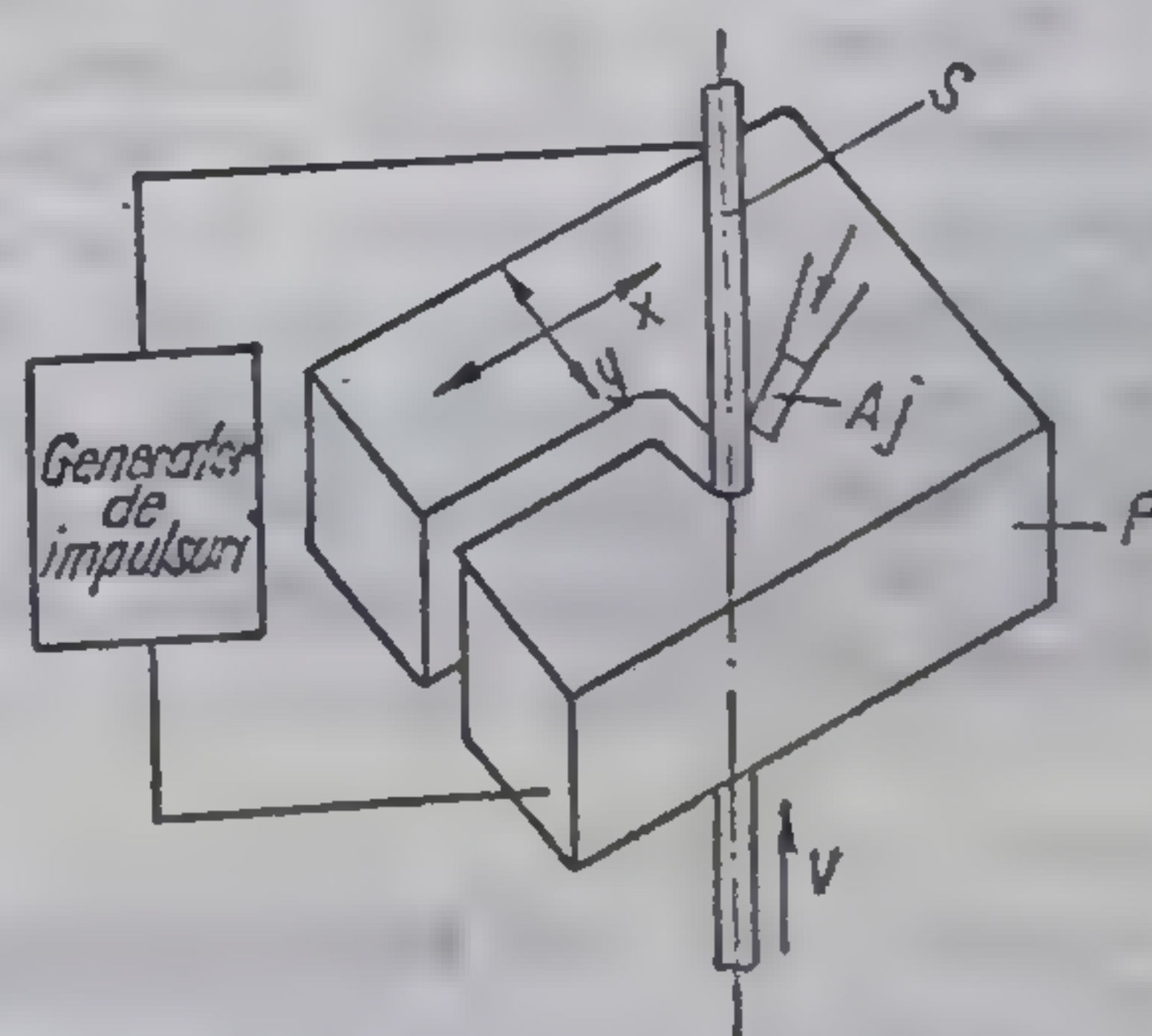


Fig. 21.3. Schema prelucrării prin eroziune electrică cu electrod filiform.

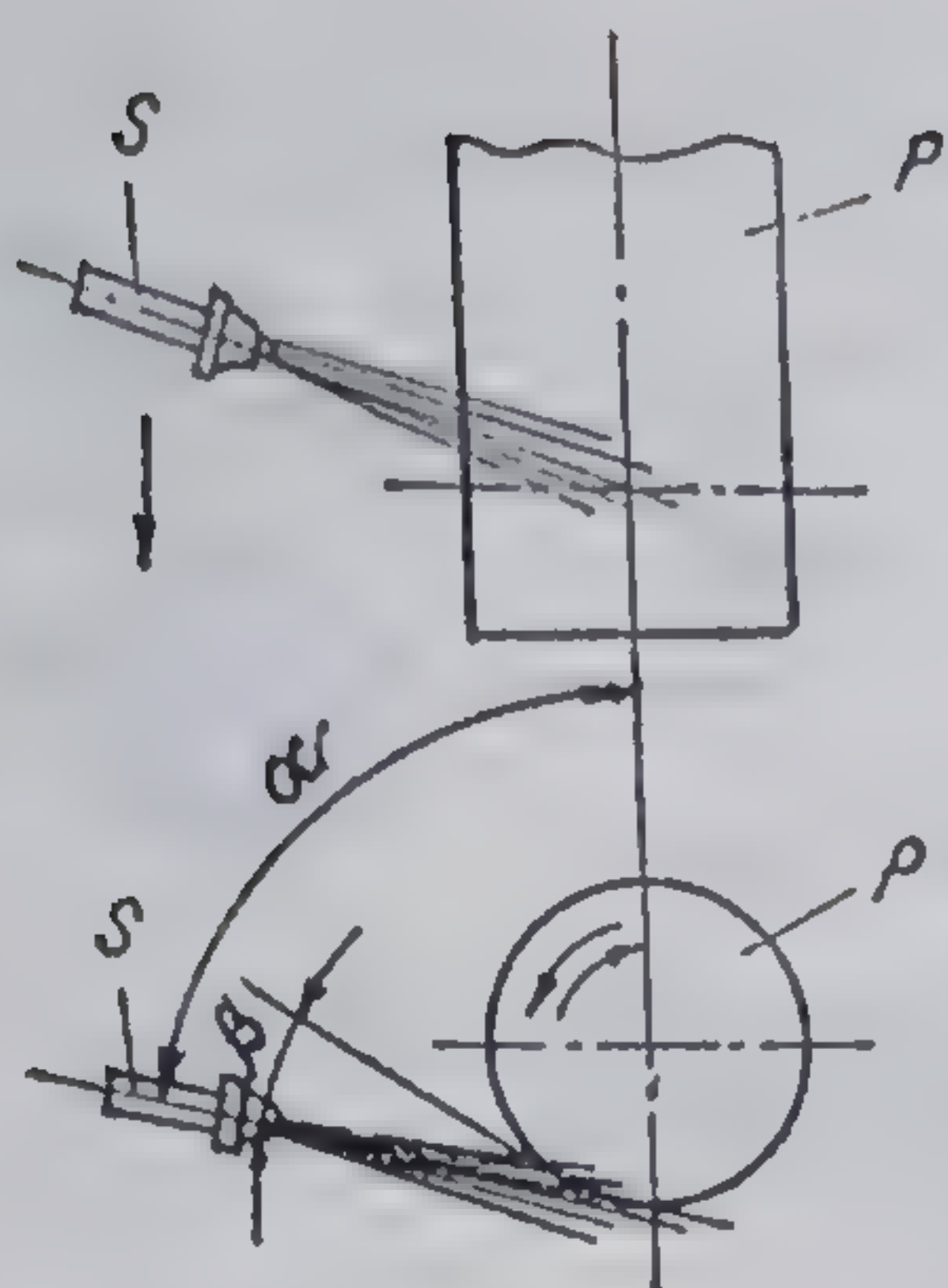


Fig. 21.4. Schema de principiu a cilindrării exterioare cu plasmă.

diferență ce poate influența precizia piesei de prelucrat. Pentru evitarea acestor neajunsuri posibile, electrodul filiform se va derula în timpul lucrului cu o viteză v . Lichidul dielectric se introduce prin ajutorul AJ.

2. PRELUCRAREA PRIN EROZIUNE CU PLASMA

Prelucrarea cu plasmă se aplică la operații de sudare, tăiere, strunjire exterioară și filetare, metalizare etc.

Tăierea cu plasmă se poate aplica la orice material și în special la oțeluri inoxidabile (cu grosime pînă la 100 mm), la aluminiu și aliajele sale cu grosimi pînă la 125 mm, cazuri în care sînt limitate posibilitățile tăierii cu oxigen. De asemenea, se poate tăia și cuprul, magneziul și aliajele lor.

Tăierea cu plasmă se caracterizează printr-o lățime a tăieturii relativ mică (la oțeluri de grosime 25 mm, lățimea tăieturii are circa 5 mm), suprafețe netede fără bavuri, cu margini ascuțite. Tăierea se poate efectua manual sau mecanizat, fiind posibilă și tăierea în pachet. Se realizează viteze de tăiere de 250...1250 mm/min la o zonă influențată termic de circa 1 mm și o precizie a tăierii de $\pm 1,5$ mm. Cu jet de plasmă se pot tăia materialele nemetalice ca sticla, dielectrici etc.

Strunjirea exterioară și filetarea cu plasmă se efectuează pe strunguri adaptate acestui scop. În acest caz, generatorul cu plasmă care constituie scula S (fig. 21.4) este așezat tangențial la suprafața piesei de prelucrat și în același timp se înclină cu cîteva grade în direcția avansului. Unghiul de înclinație nu trebuie să fie prea mare, fiindcă se produce o scurgere inelară a metalului topit și nici prea mic, pentru a nu se împrósca metal topit pe suprafața deja finisată.

Prelucrarea prin strunjire exterioară și filetare cu plasmă se aplică avantajos la piese din oțeluri refractare utilizate în construcția de reactoare și aeronautică, realizîndu-se la aceste materiale viteze de prelucrare de 5...10 ori mai mari decît prin așchiere.

Tăierea cu jet de plasmă a fost experimentată și în țara noastră în laboratorul de sudură al întreprinderii Automatica. Cele mai bune rezultate au fost obținute cu arzătorul de tăiere AP-01. Cu acest arzător, folosindu-se curenți de 250—300 A, o tensiune de 25—38 V și un debit de argon de 10—20 l/min, s-au tăiat table din oțel inoxidabil 18% Cr, 8% Ni, cu viteze de tăiere de 15 m/h. La folosirea unui amestec de 50% azot, cu aceleași regimuri de curent, s-au obținut viteze de tăiere de 40—50 m/h.

3. PRELUCRAREA PRIN EROZIUNE ELECTROCHIMICĂ

În tehnologia construcțiilor de mașini, procedeele de prelucrare electrochimică pot fi cu depasivizare hidrodinamică, abrazivă și naturală.

Prelucrarea prin eroziune electrochimică cu depasivizare hidrodinamică se caracterizează printr-o productivitate ridicată față de celelalte procedee prin eroziune și o calitate superioară a suprafețelor în comparație cu celelalte procedee.

Suprafețele prelucrate rezultă fără tensiuni superficiale, modificări structurale și microfisuri, ceea ce le conferă o rezistență la oboseală, la uzare, și, în unele cazuri, la agenți corosivi care ar fi greu sau chiar imposibil de obținut prin alte procedee de prelucrare.

Din aceste considerente, prelucrarea prin eroziune electrochimică cu depasivare hidrodinamică se aplică la prelucrarea materialelor electroconductoare, dure și foarte dure, precum și a celor cu proprietăți termofizice superioare.

Operațiile la care procedeul se aplică cel mai mult sînt: găurirea și copierea suprafețelor complexe ca de exemplu confecționarea matrițelor pentru forjare și ambutisare, confecționarea paletelor turbinelor cu gaz și abur de dimensiuni și profile variate, din materiale foarte greu prelucrabile și refractare.

Prelucrarea prin eroziune electrochimică cu depasivizare abrazivă se caracterizează prin productivitate mare (la aliajele dure se poate ajunge pînă la 300...500 mm³/min la secțiuni de 1 cm²), printr-o suprafață foarte fină ($R_a=0,05 \dots 0,2 \mu\text{m}$) și precizie ridicată. Procedeul poate fi utilizat la operații de degroșare, finisare, profilare la ascuțirea sculelor, honuire electrochimică, rectificare electrochimică etc.

Prelucrarea prin eroziune electrochimică cu depasivizare naturală se aplică în special la operații de lustruire. Lustruirea electrochimică se poate aplica la o categorie foarte largă de obiecte, din care se menționează: palete de turbină din oțeluri greu prelucrabile, lustruirea interioară și exterioară a țevelor, lustruirea părților active ale sculelor așchietoare, ale roților dințate etc.

4. PRELUCRAREA PRIN EROZIUNE CU RADIAȚII

Dintre diferitele variante ale procedeului de prelucrare prin radiații mai răspîndite în practica industrială sînt cele care utilizează fascicule de electroni, de ioni și de fotoni.

a. Prelucrarea cu fascicul de electroni

La acest procedeu, factorul activ îl constituie un fascicul de electroni, care, focalizat pe suprafața piesei, evaporă imediat materialul în zona de contact. Electronii au densitate și energie cinetică foarte mari și în drumul lor, de la sursa de emisie la piesă, sînt accelerați, comandați și focalizați pe suprafața obiectului de prelucrat de un sistem optico-electronic, într-un spațiu înaintat de vidare.

Procedeul de prelucrare cu fascicul de electroni se aplică în cazul unor prelucrări foarte dificile sau imposibil de realizat prin alte procedee, ca de exemplu: la executarea unor orificii separate sau a sistemelor de orificii (site, rețele, grile etc.) cu dimensiuni de cîteva mimi de milimetru, la prelucrarea straturilor cu grosimi de 0,01—1 μm depuse pe

diverse suporturi, la prelucrarea filierelor pentru fibre sintetice și a orificiilor în materiale dure și refractare (corund sintetic, sticlă, cuarț, ceramică etc.), la prelucrarea microdiodelor. Fasciculul de electroni poate fi folosit, cu foarte mare eficiență, la realizarea unor depuneri de acoperire pentru protecție și izolație, precum și la realizarea unor scheme electrice integrate de mare precizie.

Inconvenientul care ar putea limita folosirea procedeului îl constituie necesitatea creării spațiului de lucru vidat și a utilizării tensiunilor înalte.

b. Prelucrarea cu fascicul de fotoni (laser)

Printre metodele tehnologice moderne de prelucrare și sudare a pieselor, și, în special a semiconductoarelor, este și procedeul laser, care se bazează pe amplificarea undelor electromagnetice vizibile din domeniul optic pe baza efectului de emisie forțată a sistemelor atomice.

Constituirea surselor foarte intense de radiații luminoase coerente, care pot fi dirijate foarte precis asupra unui loc, se realizează cu ajutorul unui rezonator, care, dacă este un corp solid, se numește procedeul laser, sau dacă este un amestec de gaze, se numește procedeul maser.

În figura 21.5 este reprezentată schema unui cap de sudură laser, procedeul cu radiații cel mai mult folosit la sudarea metalelor. Cristalul de rubin care formează rezonatorul are la fiecare capăt câte o oglindă, una total și alta parțial reflectantă. Radiațiile laser trec din rezervor spre o lentilă unde radiațiile sînt focalizate și dirijate spre obiectul de sudat, obținîndu-se densități de energie de peste 10^7 W/cm² și temperaturi de peste 8000°C. Aceste densități de energie ale laserului depășesc energia jetului de plasmă.

În prezent, la sudare se folosesc tuburi de laser cristal, cu radiații pulsante sau continue și cu tuburi maser cu radiații continue. Cu radiații pulsante se obțin puteri de ordinul kilowaților, în timp ce cu radiații continue se obțin puteri de ordinul microwaților.

Prin acest procedeu se prelucrează ușor materialele care au o diferență mică între temperatura de topire și de vaporizare (de exemplu Cr și Ta). Greu de prelucrat sînt metalele cu

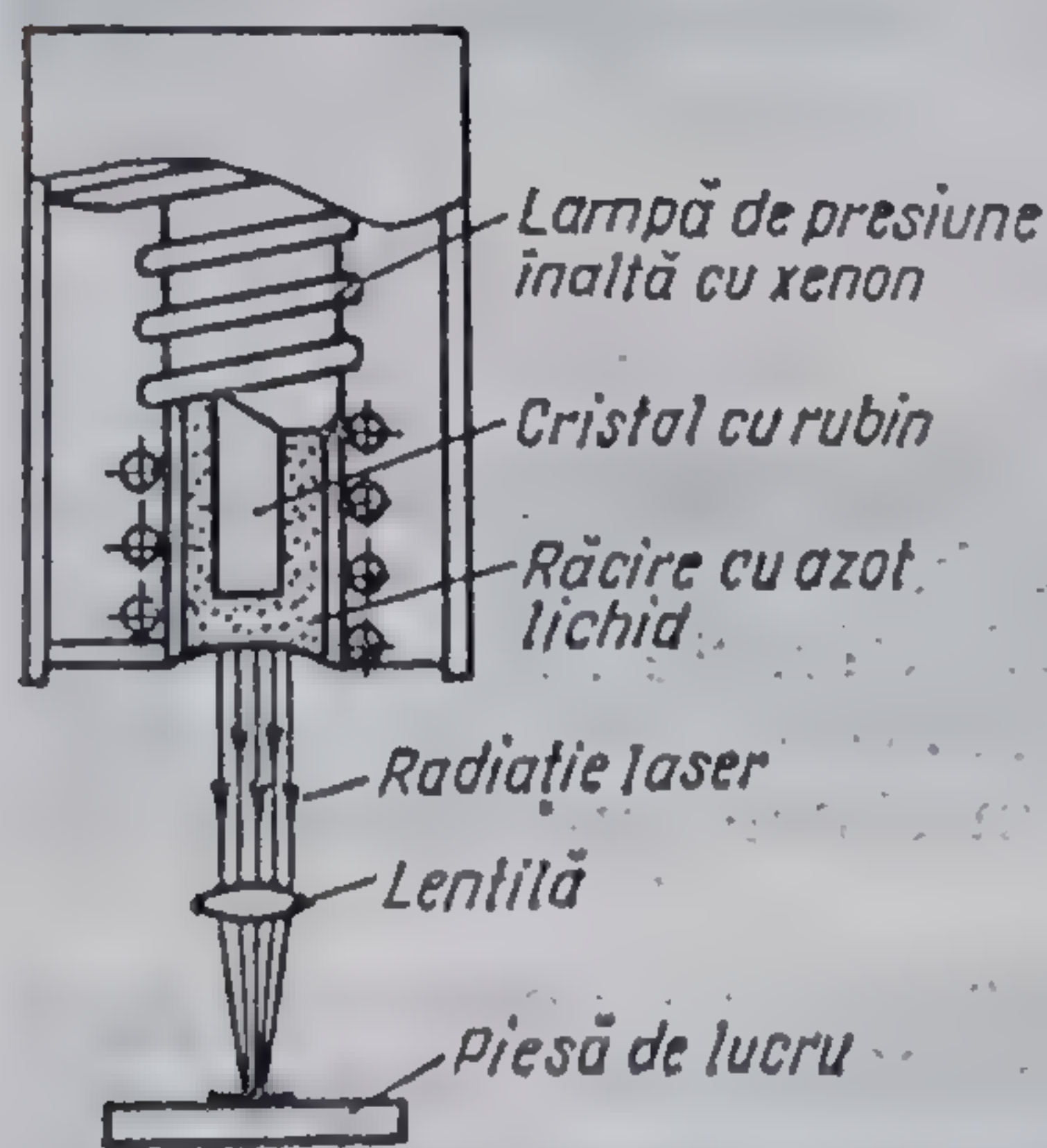


Fig. 21.5. Schema unui cap de sudură laser.

un grad de reflexie ridicat și cu o conductibilitate termică bună (de exemplu W, Mo). Alumiul avînd o căldură specifică mare se prelucrează greu în vreme ce oțelurile aliate, datorită conductivității termice mici se prelucrează ușor. Prelucrarea materialelor cu un grad de reflexie ridicat impune măsuri speciale ca: acoperiri fine antireflectante pe obiect sau schimbarea intensității fasciculului în timpul operației.

Față de procedeul cu fascicul de electroni prezintă avantajul că nu necesită spațiu de lucru vidat.

Laserul se folosește la sudare, topire, tăiere, prelucrarea obiectelor din metale refractare, obținerea de găuri (de zecimi sau

sutimi de milimetru) cu toleranțe foarte reduse, precum și la prelucrarea microelementelor pentru aparataj electronic. Cu ajutorul laserului se poate suda cuprul sau sticla.

5. PRELUCRAREA PRIN EROZIUNE ABRAZIVĂ ÎN CÎMP ULTRASONIC

Prelucrarea prin eroziune abrazivă în câmp ultrasonic se pretează la operații de găurire pătrunsă sau nepătrunsă, retezare, gravare, marcarea etc., la piese din materiale din carburi metalice, din materiale semiconductoare (germaniu, siliciu etc.), din materiale ceramice, precum și la prelucrări de piese de tipul poansoanelor, plăcilor active ale matrițelor etc.

Prelucrarea prin eroziune abrazivă în câmp ultrasonic se execută în două faze: degroșare și finisare. La finisare se pot obține precizii pînă la $\pm 0,005$ mm și rugozități pînă la $R_a = 0,16$ μm .

Procesul de prelucrare se desfășoară astfel: în zona de lucru, care înconjoară scula S (fig. 21.6) și porțiunea de prelucrat a piesei P , este adus, prin conducta 1, un lichid, avînd în suspensie particule abrazive. Sub acțiunea vibrațiilor ultrasonore ale sculei, particulele abrazive sînt proiectate cu viteză și cu putere mare spre suprafața piesei de pe care desprinde material sub formă de așchii foarte mici. Direcția de deplasare a particulelor abrazive corespunde cu direcția oscilațiilor și cu forma sculei. În funcție de frecvența oscilațiilor, fiecare particulă abrazivă execută cîte 20 000—30 000 de lovituri pe secundă. Amplitudinea oscilațiilor ultrasonore variază între 0,010 și 0,100 mm. Pentru recuperarea lichidului cu abraziv în suspensie, piesa se fixează în interiorul vasului 2.

Pe lîngă eroziunea abrazivă, în proces apar și fenomene de cavitație ultrasonică, în mediu lichid, care amplifică efectul eroziv în spațiul de lucru. Cavitatea ultrasonică se explică prin variații locale, rapide, a presiunii în mediul lichid, producînd modificări ale distanței medii între particulele lichidului, ceea ce dă naștere la ruperi microscopice în masa acestuia în faza de întindere, rezultînd bule de cavitație și care prin implozie produc unde de șoc, depresiuni și temperaturi ridicate. Fenomenul de cavitație este favorizat de mărirea presiunilor acustice locale și de neomogenitatea lichidului.

Scula se execută dintr-un material mai puțin dur decît materialul piesei prelucrate. Forma și dimensiunile sculei se stabilesc în funcție de forma și dimensiunile suprafeței care se prelucurează ținînd seama de jocul calculat necesar între suprafețele sculei și piesei.

Mediul de lucru este o soluție cu pulbere abrazivă în suspensie, cu o concentrație volumică de 25—40% pulbere în apă. Pentru prelucrarea oțelurilor, carburile metalice și a altor materiale metalice

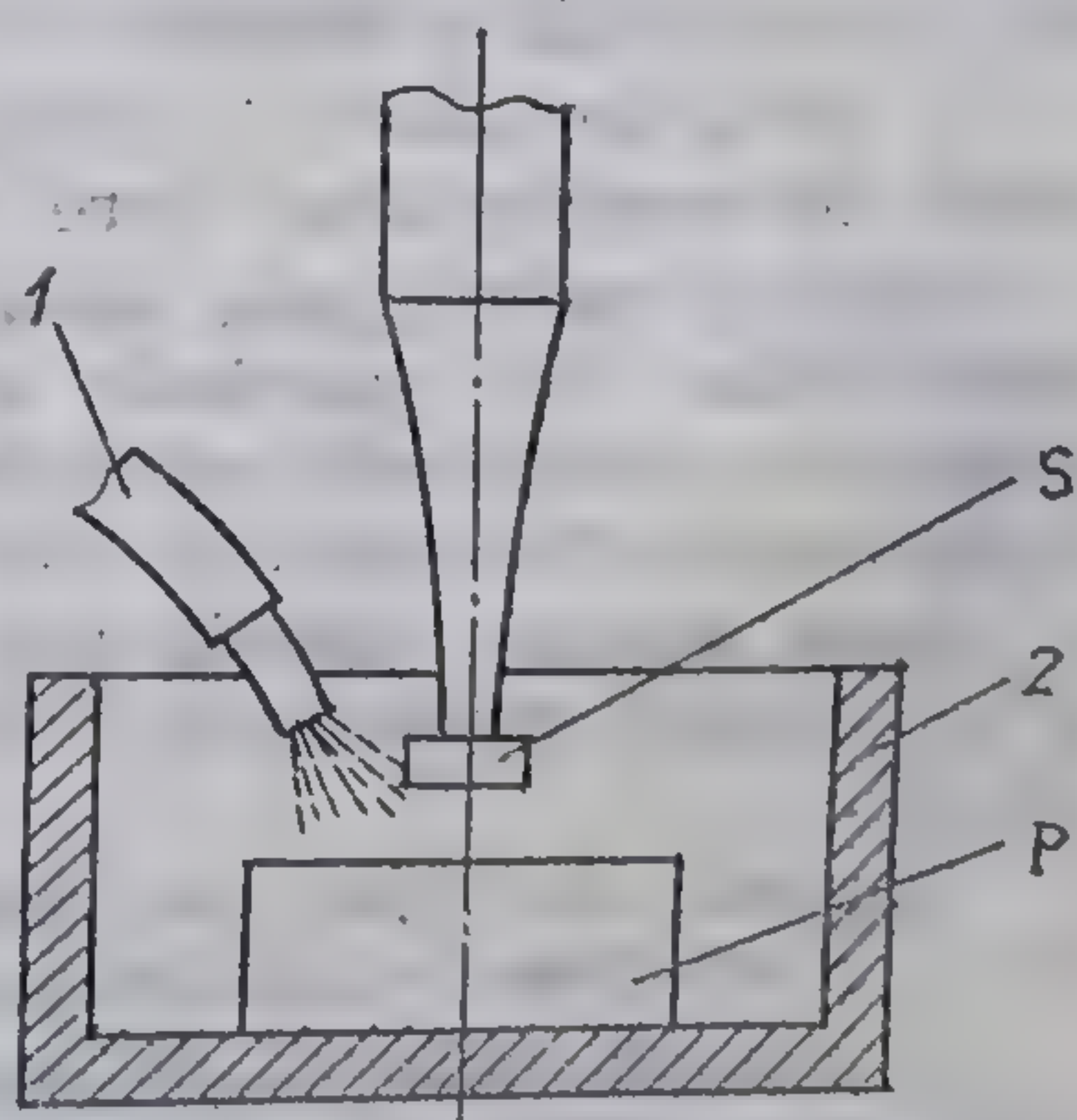


Fig. 21.6. Schema prelucrării prin eroziune abrazivă în câmp ultrasonic.

uzuale, cel mai des se folosește carbura de bor, singură sau în amestec cu carbura de siliciu. La prelucrarea sticlei, a germaniului și a unor materiale ceramice se utilizează carbura de siliciu, iar pentru prelucrarea pieselor din diamant, rubin și din alte materiale de acest gen, se utilizează pulberea de diamant. Pulberea și micropulberea abrazivă trebuie să aibă o granulație 10—4, respectiv M 20—M 10.

În timpul prelucrării, între sculă și piesă trebuie să se mențină o presiune de contact între 0,5 și 2 daN/cm².

Productivitatea prelucrării prin ultrasunete este mică și depinde de proprietățile materialului piesei, forma și dimensiunile suprafeței prelucrate, materialul, forma și dimensiunile sculei, caracteristicile mediului abraziv, caracteristicile instalației etc.

6. NETEZIREA ȘI ECRUISAREA SUPRAFEȚELOR PRIN DEFORMARE PLASTICĂ

Îmbunătățirea continuă a caracteristicilor funcționale ale mașinilor și agregatelor din ce în ce mai complexe impune pentru organele de mașini ce le compun calități deosebite în ce privește rezistența la oboseală, la uzare și coroziune.

Prelucrarea prin rulare este procedeul tehnologic modern, economic și simplu care asigură atât suprafinisarea suprafețelor pieselor, cât și mărirea rezistenței acestora.

Procedeul constă în presarea stratului superficial al piesei de prelucrat cu ajutorul unei sau mai multor role sau bile ce se rostogolesc pe suprafața piesei. Rezultatul acestei acțiuni, dacă presiunea de contact este mică, este netezirea perfectă a suprafeței. Dacă presiunea de contact crește, în interiorul stratului superficial, apar deformări plastice cu atât mai adânci cu cât presiunea de contact este mai mare.

În stratul superficial se produce astfel o mărunțire și îndesare a grăunților și iau naștere tensiuni interne, care au ca efect mărirea rezistenței și micșorarea plasticității materialului. Acest efect este denumit *ecruisare*.

Prin mărirea gradului de netezire și ecruisare a suprafețelor în contact, uzare scade și invers.

În urma ecruisării, în stratul superficial al piesei apar tensiuni remanente de compresiune, care măresc foarte mult rezistența la oboseală.

Datorită rulării, prin netezirea la un înalt grad a suprafeței, vîrfurile asperităților sînt aplatizate complet. Suprafața de contact a piesei cu mediul se micșorează astfel foarte mult, ceea ce are ca efect o creștere importantă a rezistenței la coroziune.

După această metodă pot fi ecruisate: fusurile osiilor de vagoane, arborii cotiți, cămășile de cilindri, bolțurile de pistoane, tije supape etc.

Operația de rulare se realizează de obicei pe strunguri cu ajutorul unor dispozitive de rulat exterior, interior, plan sau profilat.

O metodă modernă de ecruisare care este utilizată din ce în ce mai mult este aceea care folosește forța centrifugă a unor bile ce se pot deplasa liber în canalele radiale ale unui disc care are o viteză periferică corespunzătoare.

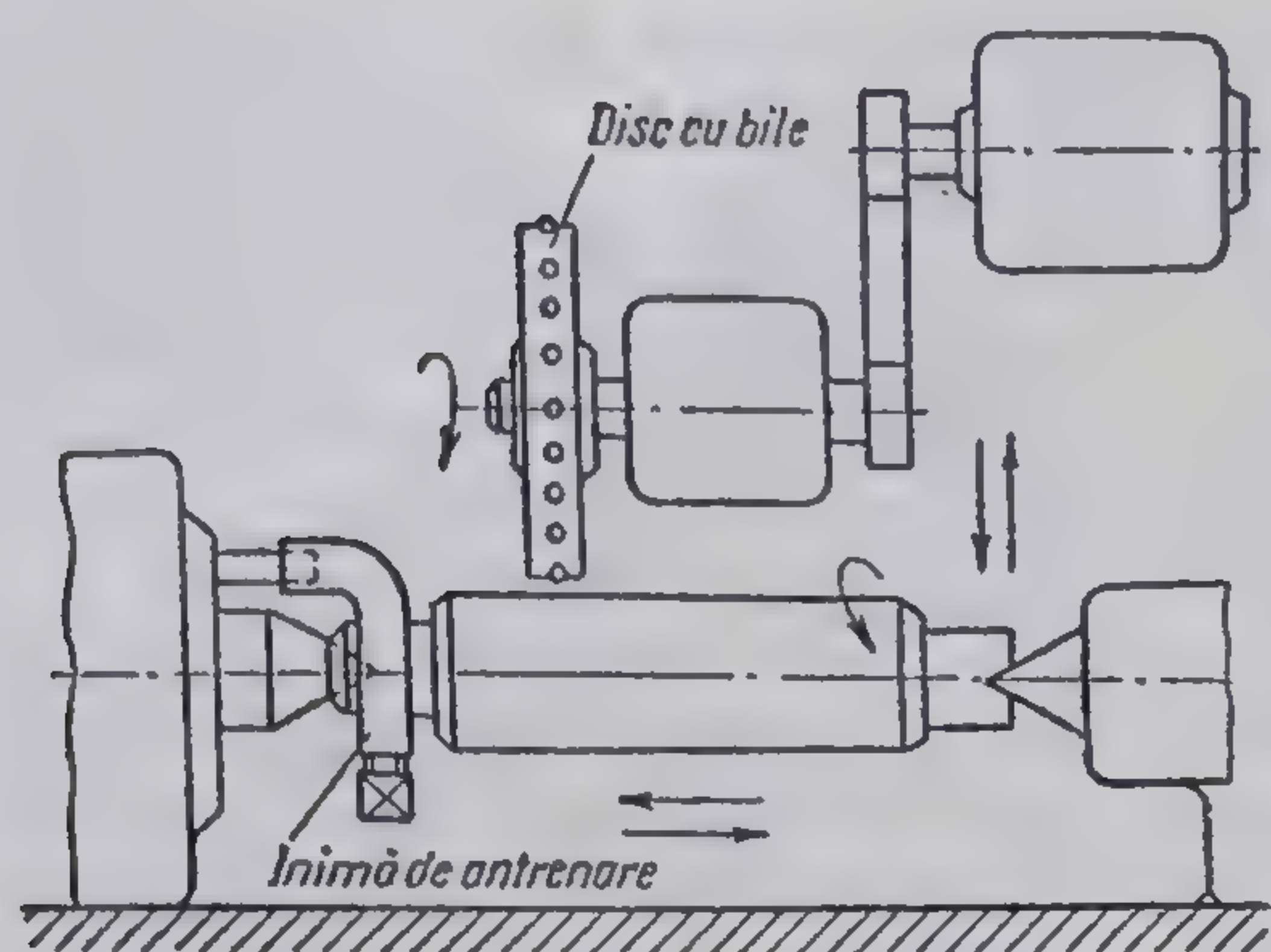


Fig. 21.7. Schema ecruisării suprafețelor exterioare de revoluție pe o mașină de rectificat exterior cilindric.

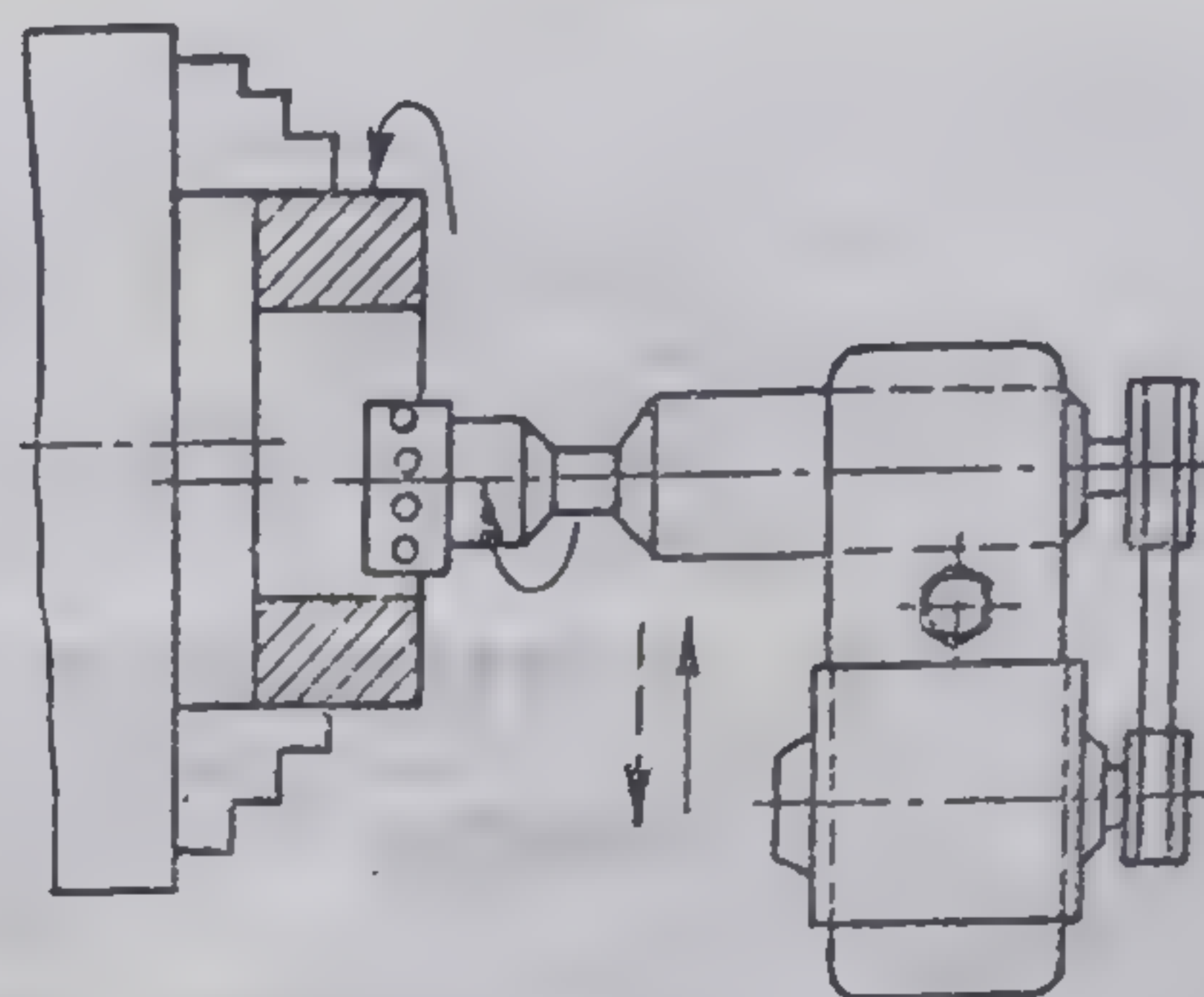


Fig. 21.8. Schema ecruisării suprafețelor interioare de revoluție pe strung.

În figura 21.7 este reprezentată schema ecruisării suprafețelor exterioare de revoluție pe o mașină de rectificat exterior cilindric, iar în figura 21.8 este reprezentată schema ecruisării suprafețelor interioare de revoluție pe strung.

VERIFICAREA CUNOȘTINȚELOR

1. La ce tipuri de materiale se pretează prelucrarea prin eroziune electrică și care sînt particularitățile pe care le prezintă?
2. Să se arate modul de obținere al plasmei și destinația procedeului de prelucrare cu ajutorul plasmei.
3. În cite feluri se poate face prelucrarea prin eroziune electrochimică și prin ce se caracterizează fiecare mod de prelucrare?
4. Să se arate cum se realizează prelucrarea cu fascicul de fotoni și domeniul în care folosirea lui este economică.
5. Să se arate ce sînt ultrasunetele și modul în care se desfășoară procesul de prelucrare în cîmp ultrasonic.
6. În ce constă netezirea prin ecruisare a suprafețelor, domeniul de aplicare al procedeului și avantajele care decurg din folosirea lui?

CAPITOLUL 22

UZAREA

1. UZAREA ȘI INFLUENȚA EI ASUPRA DURATEI DE FUNCȚIONARE A MAȘINILOR, UTILAJELOR ȘI INSTALAȚIILOR

Procesul de frecare dintre suprafețele de contact a pieselor componente ale mașinilor, utilajelor și instalațiilor are ca efect pierderea de energie manifestată prin căldura produsă și uzarea, ca rezultat al desprinderii de material și al modificării stării inițiale a acestor suprafețe. Pierderea de material conduce la modificarea dimensiunilor și a formei geometrice a suprafețelor pieselor în contact. În anumite condiții de temperatură pot interveni simultan și modificări structurale ale straturilor superficiale. Toate acestea influențează direct sau indirect, capacitatea portantă a organelor de mașini (de exemplu la lagăre), precizia de lucru a mașinilor, utilajelor și instalațiilor (de exemplu la mașin-unelte), cinematica funcțională (de exemplu flancurile roților dințate) etc., făcând totodată să apară forțe dinamice dăunătoare și o funcționare necorespunzătoare, ducând în ultimă instanță la scoaterea din uz a mașinii, utilajului sau instalației.

Uzarea este un proces progresiv care poate și trebuie să fie combătut pentru a se evita scoaterea prematură din funcționare a mașinii, utilajului sau instalației respective.

Luând în considerare factorii care contribuie la deteriorarea suprafețelor și aspectul acestora, uzările s-au clasificat în următoarele tipuri: de adeziune, de abraziune, de oboseală, de impact, de coroziune etc.

a. Uzarea de adeziune (de contact)

Acest tip de uzare se prezintă sub aspectul unei suprafinisări, poate fi observată sub aspectul unei rugozități oarecare sau în cazul cel mai defavorabil apare sub forma gripajelor, atunci când presiunea dintre suprafețele de contact este mai mare decât duritatea lor.

Uzarea de adeziune se produce prin sudarea și ruperea punților de sudură între microzonele de contact, caracterizându-se printr-un coeficient de frecare ridicat și o valoare mare a intensității uzării.

La sudarea unor asperități în contact (fig. 22.1, a), notînd cu τ_1 și τ_2 eforturile unitare la forfecare ale materialelor celor două suprafețe 1 și 2 și cu τ_s al microsudurilor, pot avea loc următoarele situații:

— dacă τ_2 și $\tau_s < \tau_1$ (fig. 22.1, b), ruperea va avea loc în interiorul corpului mai moale. Fiecare „quantă” de mișcare 1 produce un transport de materiale de pe corpul de duritate 2 mică 2 pe corpul 1, iar după un anumit timp frecarea se produce între materialele corpului mai moale. Acest tip de frecare este denumit *frecare prin sudură*. Microjoncțiunile ce rămân prinse de suprafața corpului 1 pot provoca rizuri pe suprafața mai moale, iar după un anumit timp se vor rupe, provocând particule de uzare;

— dacă τ_1 și $\tau_2 < \tau_s$, pentru a se produce mișcarea, se presupune de asemenea, ruperea corpului mai moale. Și în acest caz se consideră că apare un tip de frecare prin sudură;

— dacă $\tau_s < \tau_1$ și τ_2 (fig. 22.1, c), vor ceda microsudurile fără smulgere de metal de pe suprafețele în frecare și fără transport de material. Acest tip de frecare se numește *frecare prin forfecare*.

O consecință a uzării de adeziune este *griparea*, care apare la sarcini mari, în lipsa lubrifiantului sau la străpungerea peliculei în urma unor temperaturi locale ridicate (de exemplu în perioada de rodaj). Sub acțiunea sarcinii, suprafețele se apropie la o distanță de interacțiune atomică. Adeziunile, microjoncțiunile puternice ce se creează, nu mai pot fi forfecate și deplasarea relativă între suprafețe încetează.

Energia necesară interacțiunii poate fi de natură mecanică, termică, termo-mecanică sau termo-atomică.

Gripajul poate avea două forme diferite, în funcție de temperatura la care se produce.

Astfel, griparea la *temperaturi joase* (griparea atermică) este caracteristică unor viteze reduse de deplasare; apar deformări plastice ale stratului superficial al suprafeței de frecare. Această formă se caracterizează prin valori mari ale coeficienților de frecare și fenomenul are o evoluție rapidă.

Griparea la temperaturi înalte (griparea termică) este caracteristică unor viteze mari și apare ca urmare a energiei termice acumulate în zona de contact; coeficientul de frecare este mai mic (0,2—0,5), iar viteza uzării mai redusă. Apariția gripajului poate fi înlesnită de un rodaj necorespunzător, jocuri prea mici între suprafețe sau de suprafețe superfinisate, lipsite de posibilitatea creării micropungilor de ulei, utilizarea unui lubrifiant neindicat, depășirea unor parametri funcționali (sarcină, viteză etc.), prezența unei perechi de materiale antagoniste etc.

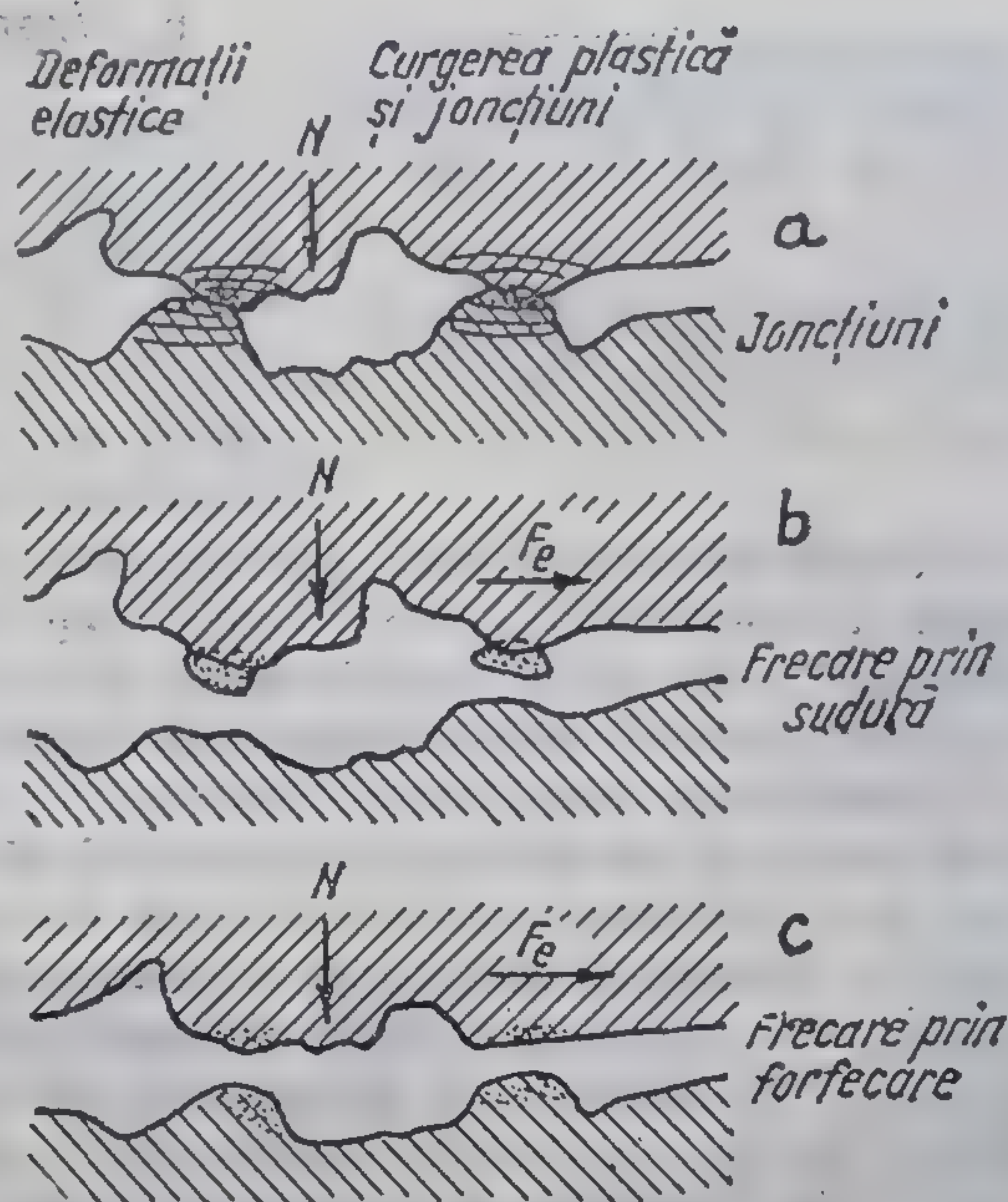


Fig. 22.1. Schița formării unor microjoncțiuni (J) și a forfecării acestora (II și III).

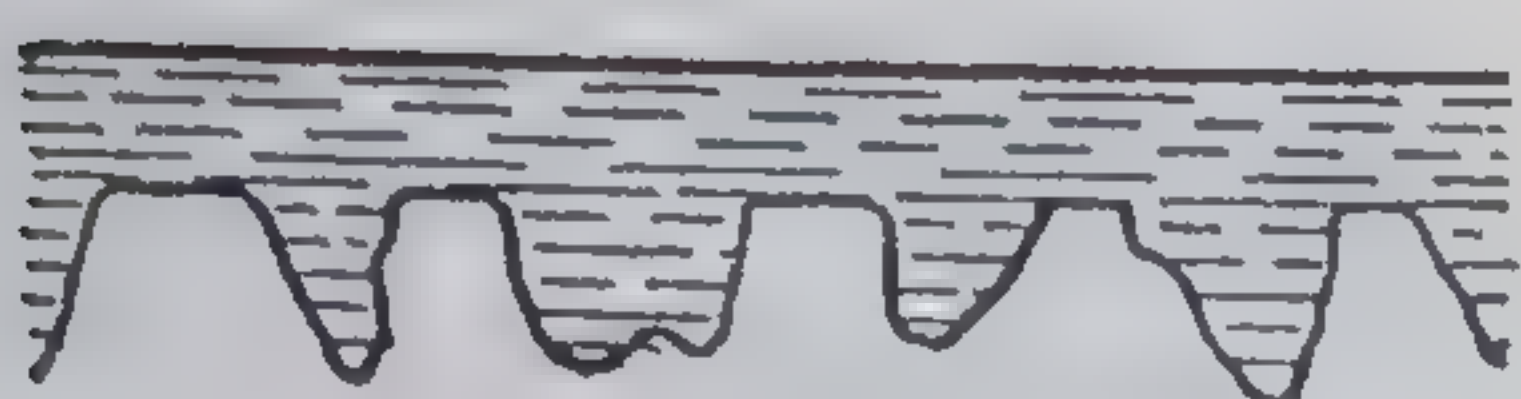


Fig. 22.2. Mărirea suprafeței de susținere prin rodarea asperităților.

b. Uzarea de abraziune

Uzarea de abraziune este provocată de prezența particulelor dure între suprafețele de contact sau de asperitățile mai dure ale uneia din suprafețele de contact. Această uzare este ușor de recunoscut prin urmele lăsate de microașchieri, ea accelerând uzarea prin coroziune.

Particulele dure pot proveni prin forfecarea prealabilă a unor contacte (uzare de adeziune), desprinderi de porțiuni din stratul de suprafață mai dur, prin desprinderea și evacuarea materialului unor ciupituri etc., precum și prin produsele metalice ale altor uzări.

Rezultatele cantitative ale uzurii abrazive sînt dependente de: natura cuplului de materiale, în sensul că o duritate mai mare a suprafeței opune o rezistență sporită acțiunii de roadere și, dimpotrivă, materialele plastice permit împlîntarea particulelor dure în ele; de natura abrazivului, intensitatea și durata acțiunii particulelor fiind influențate de duritatea, dimensiunile și forma lor; de condițiile funcționale. Prin rodarea vîrfurilor asperităților (fig. 22.2) se mărește continuu suprafața de susținere. Deoarece presiunea de contact scade invers proporțional cu creșterea suprafeței, la un moment dat intervine un echilibru de durată mai îndelungată, determinată în principal de încărcare, viteză, temperatură. Aceasta cu atît mai mult cu cît particulele abrazive, prin tocire sau sfărîmare, își pierde capacitatea distructivă.

De asemenea, creșterea vitezei de circulație a lubrifiantului dintre suprafețele în mișcare relativă, sporind energia cinetică a particulelor abrazive, contribuie la mărirea capacității lor distructive.

c. Uzarea de oboseală

Acest tip de uzare se produce în urma unor solicitări ciclice a suprafețelor în contact, urmate de deformații plastice în rețeaua atomică a stratului superficial, de fisuri, ciupituri sau exfoliere. În general, aceste uzări apar sub formă de desprinderi de particule din material, lăsînd urme caracteristice fiecărui gen de asemenea uzare. Uzările de oboseală sînt: pittingul, uzarea prin exfoliere și uzarea prin cavitație.

1) *Pittingul* este o formă a uzării de oboseală a suprafețelor cu contacte punctiforme (de exemplu căile de rulare a lagărelor cu rostogolire) sau liniare (de exemplu flancurile roților dințate) și se recunoaște sub forma caracteristică de gropițe sau ciupituri (diferite de cele de adeziune provocate prin smulgeri). În aceste situații, însuși modul de funcționare dă naștere unor eforturi unitare în punctele de contact, cu caracter pulsator. Oboseala stratului se exteriorizează prin fisuri foarte fine în locurile slăbite dintre cristale, și anume, la suprafață în punctele de concentrare a tensiunilor, sau la anumită adîncime în stricta apropiere a suprafeței, în locul în care există efortul unitar maxim de forfecare. Sub acțiunea unor presiuni mari de contact, în prezența unui ulei cu viscozitate insuficientă, acesta pătrunde în cele mai fine fisuri, contribuind la dislocarea unor particule de material printr-o puternică acțiune de pană. Astfel, la început apar mici ciupituri care, prin cumulare, se transformă în cratere de dimensiunile unei gămălii de ac și mai mari.

2) *Uzarea prin exfoliere* (cojire) este caracterizată prin desprinderea de mici particule metalice, de ordinul a $1\text{ }\mu\text{m}$, sau de oxizi de ordinul a $0,01\text{ }\mu\text{m}$, care se produce la materiale metalice plastice, când este depășită rezistența la forfecare în zonele de contact cu frecări concentrate.

Exfolierea este activată de tensiunile interne rămase în urma tratamentelor defectuoase de călire, cementare sau nitrurare, prin micșorarea mobilității atomilor în rețea. Condițiile inițiale care provoacă această uzare sînt diferite de cele din cazul pittingului.

3) *Uzarea prin cavitație* este definită ca fiind un proces de distrugere a suprafeței (și deplasare de material sub formă de mici particule) produsă de mediu lichid sau gazos fără prezența celei de a 2-a suprafețe de frecare ca în cazurile obișnuite. Se mai numește și *eroziune de cavitație* sau *coroziune de cavitație* și se produce de regulă, pe suprafețele paletelor, rotoarelor de pompă, cilindrii motoarelor diesel etc., care sînt în contact cu fluide la viteze mari.

Uzarea prin cavitație se explică astfel: la mișcările relative mari sau la schimbări de viteză dintre un lichid și metal, presiunile locale devin reduse, în fluid se produce transformarea de energie, temperatura lichidului depășește punctul de fierbere și se formează mici pungi de vapori și gaze (bule de cavitație). Când presiunea revine la normal (sau crește) se produce o implozie (spargerea bulelor) cu forțe mari de impact pe microzonele suprafeței metalice, producîndu-se oboseala stratului și apariția de ciupituri de cavitație.

d. Uzarea de impact

La unele tipuri de mașini, utilaje și instalații, ca de exemplu: concasorul cu ciocane articulate, moara cu bile, mașina de scris sau de perforat etc., datorită unor loviri locale repetate se produce un tip specific de uzare mecanică denumit *uzare de impact*.

Uzarea de impact se poate produce și în funcționarea unor organe de mașini: came, roți dințate etc. atunci când, împreună cu alunecarea sau rostogolirea (de exemplu pe flancurile roților dințate) are loc și un *impact compus*.

Uzarea de impact poate fi clasificată în două categorii: uzare prin *percuție* și uzare prin *eroziune*. În general uzarea de impact conține mecanismele de bază ale uzării: adeziune, abraziune, oboseală de suprafață, uzare chimică și termică.

e. Uzarea de coroziune

Uzarea de coroziune constituie deteriorarea suprafeței de frecare și deci pierderea de material, de greutate, datorită acțiunii simultane sau succesive a factorilor chimici agresivi din componența mediului respectiv și a solicitărilor mecanice. Mecanismul uzării de coroziune presupune corelarea a două efecte de coroziune: coroziunea chimică și coroziunea mecano-chimică.

1) *Coroziunea chimică* este o acțiune chimică continuă a mediului ambiant asupra suprafețelor elementelor componente ale mașinii, utila-

jului sau instalației. Coroziunea chimică poate evolua diferit în funcție de material și de parametri fizico-chimici respectivi. În perioada de repaus această corozie acționează ca proces pur chimic numai asupra suprafețelor care nu trec prin zona de contact și a restului suprafețelor neîncărcate. Ca forme ale coroziei chimice se disting:

a) *Ruginirea*, care este o corozie electrochimică a fierului ce se datorește acțiunii combinate a oxigenului și apei și poate apărea în aer la temperatura normală.

b) *Coroziunea în mediu lubrifianț*, de natură electrochimică, apare în cazul prezenței în lubrifianți a unor mici cantități de apă, care în contact cu suprafața formează microcelule electrolitice. Corozivitatea lubrifianților se poate datora și sulfurii provenit din uleiul de bază sau din combustibil.

2) *Coroziunea mecanochimică* (tribochimică) se referă la modificările suferite de suprafața de frecare în timpul funcționării. După natura solicitărilor mecanice sînt acceptate următoarele subclase:

— *coroziunea de tensionare* ce apare datorită solicitărilor mecanice statice prin care se distruge stratul protector producîndu-se o intensificare a efectului corosiv;

— *coroziunea de oboseală* care apare datorită solicitărilor periodice, fenomenul de oboseală propriu-zis fiind activat de prezența unui anumit mediu ambiant. Prin acțiunea combinată a factorului mecanic și chimic, are loc creșterea uzării și scăderea accentuată a rezistenței la oboseală;

— *coroziunea tribochimică* propriu-zisă, consecință a solicitărilor de frecare.

f. Alte forme de uzare

Din această categorie, se pot aminti:

— *imprimarea sferică* (brinelarea), specifică lagărelor cu bile supuse unor sarcini mari, unde apare deformarea căilor de rulare în perioadele de repaus;

— *zgîrierea*, o formă de uzare de abraziune regulată mai intensă (microașchiere în direcția mișcării), datorită asperităților sau a unor particule dure;

— *uzarea provocată de folosirea unei anumite părți a mașinii, utilajului sau instalației* se datorește faptului că la producția în serie mare și în masă se execută aceleași operații. Din această cauză, se vor uza numai anumite suprafețe pe care se fac deplasările. O mărire a duratei de exploatare se obține prin schimbarea cît mai des a zonelor de deplasare, prin așezarea diferită a sculelor, prin modificarea lungimii opritoarelor etc.

— *suprasarcinile* provoacă solicitări ale organelor mașinii, putînd depăși limitele de rezistență.

Chiar dacă se respectă întocmai prescripțiile de lucru (de exemplu regimurile de așchiere) se pot ivi suprasarcini, în cazul cînd mașina, utilajul sau instalația este uzată. În această situație frecările cresc atît de mult încît prin aceasta se depășește încărcarea admisă. Suprasarcinile, prin acțiunea lor bruscă, măresc bătăile, grăbesc uzarea și pot

duce chiar la distrugerea unora dintre organele mașinii sau ale motorului.

Pentru evitarea suprasarcinilor se va lucra totdeauna în regimurile prescrise și cu o deservire atentă.

2. ETAPE DE UZARE

În desfășurarea procesului global de uzare abrazivă se deosebesc trei etape:

— perioada de rodaj, în care se produce uzarea inițială, rapidă, pînă cînd se ajunge la echilibru;

— perioada de funcționare normală, în care piesele se uzează lent, aproape uniform, în limite care încă asigură respectarea condițiilor impuse;

— perioada critică, în care uzarea crește din nou foarte rapid, abaterile de la dimensiuni și de la formă și jocurile devenind atît de mari, încît cuplul de piese sau chiar mașina sînt puse în pericol.

Rodajul este procesul de pregătire progresivă a suprafețelor pieselor — după montaj, înainte de darea în exploatare normală — printr-o funcționare sub sarcini reduse (începînd chiar de la zero, pe stand) și de la viteze reduse, urmată de creșterea lor treptată, în condiții speciale de ungere. Prin rodaj se realizează o netezire a suprafețelor (rodaj microgeometric), o uniformizare a jocurilor ca și o eliminare, respectiv o micșorare a efectului altor imperfecțiuni de ordin tehnologic (rodaj macrogeometric). În această perioadă, se folosește un lubrifiant mai fluid decît cel utilizat în exploatarea normală ulterioară, în scopul activizării eliminării căldurii degajate, cu schimbarea lui la perioade scurte, spre a fi îndepărtate așchiile care se pot degaja.

3. CONTROLUL UZĂRII

La determinarea uzării trebuie ținut seamă de modul cum s-a format. De exemplu, cînd pierderea de material s-a făcut pe direcția forței, se poate admite că uzarea a fost provocată de ulei insuficient sau prea fluid — cînd uzarea este foarte mică, de prezența unui agent abraziv în ulei — cînd uzarea este mai pronunțată și are un aspect mat și rizat și de prezența unui agent corosiv în ulei, dacă uzarea este apreciabilă și suprafața uzată are aspect neted și lucios.

Cele mai des întîlnite metode de măsurare a uzărilor sînt:

— *metodele micrometrice* care permit măsurarea dimensiunilor pieselor cu instrumente curente (șublere de exterior, micrometre etc.) după un anumit timp de funcționare. Această metodă impune demontarea pieselor;

— *metodele cu amprente* creează posibilitatea de a cunoaște evoluția uzării prin intermediul reducerii dimensiunilor unor amprente imprimate inițial pe suprafața de frecare cu un anumit poanson (bilă, piramidă etc.). Din această categorie face parte și amprenta în formă de semilună (fig. 22.3) produsă prin zgîrierea suprafeței 1 cu un corp 2 de carbură de



Fig. 22.3. Metoda obținerii unei amprente sub formă de semilună.

wolfram sau de titan în formă de piramidă triunghiulară. Metoda are avantajul de a nu deforma suprafața prin denivelări create de deformarea plastică a materialului în jurul urmei, după extragerea penetratorului. Aceste metode necesită aparatură optică de citire;

— *metodele chimice* de determinare a conținutului de metal în lubrifiant, care pot fi completate cu analize spectroscopice pentru identificarea materialelor respective; sînt metode foarte precise dar care cer un anumit timp și aparatură adecvată;

— *metodele cu izotopi radioactivi* care prezintă avantajul urmăririi evoluției uzării și în timpul funcționării, dar necesită aparatură și instalații speciale și un personal calificat.

4. METODE DE AMELIORARE A FENOMENULUI DE UZARE

După demontarea mașinilor, utilajelor și instalațiilor în vederea reparării, în funcție de uzarea pieselor se alege și modul de înlăturare a ei.

Eliminarea uzării unei îmbinări de două piese se poate face prin: înlăturarea metalului de pe una și adăugarea de metal pe cealaltă piesă; introducerea unei a treia piese între cele două piese conjugate (adausuri, inele etc.); metalizarea sau cromarea pieselor, tratament termic sau termochimic care restabilește dimensiunile inițiale; folosirea unor aliaje speciale în cazul unor crăpături sau fisuri.

Procesul reparării pieselor uzate trebuie să fie bine analizat, deoarece aproape fiecare piesă uzată prezintă un caz individual.

În unele cazuri, eliminarea jocurilor care apar la îmbinări se poate face cu ajutorul compensatorilor de uzare.

Un exemplu de compensare a uzării se poate exemplifica în cazul cuplajelor conice sau al frînelor (fig. 22.4). Compensarea constă în apropierea suplimentară a conurilor 1, către piesele 2 cu ajutorul piuliței 3, valoarea apropierii e fiind uzarea totală a îmbinării notată cu u_{1-2} .

Cînd suprafețele în frecare se află în contact permanent, într-o serie de cazuri jocurile apărute prin apropierea elementelor îmbinării se pot elimina. De exemplu, la lagărul cu doi cuzineți (fig. 22.5) compensarea

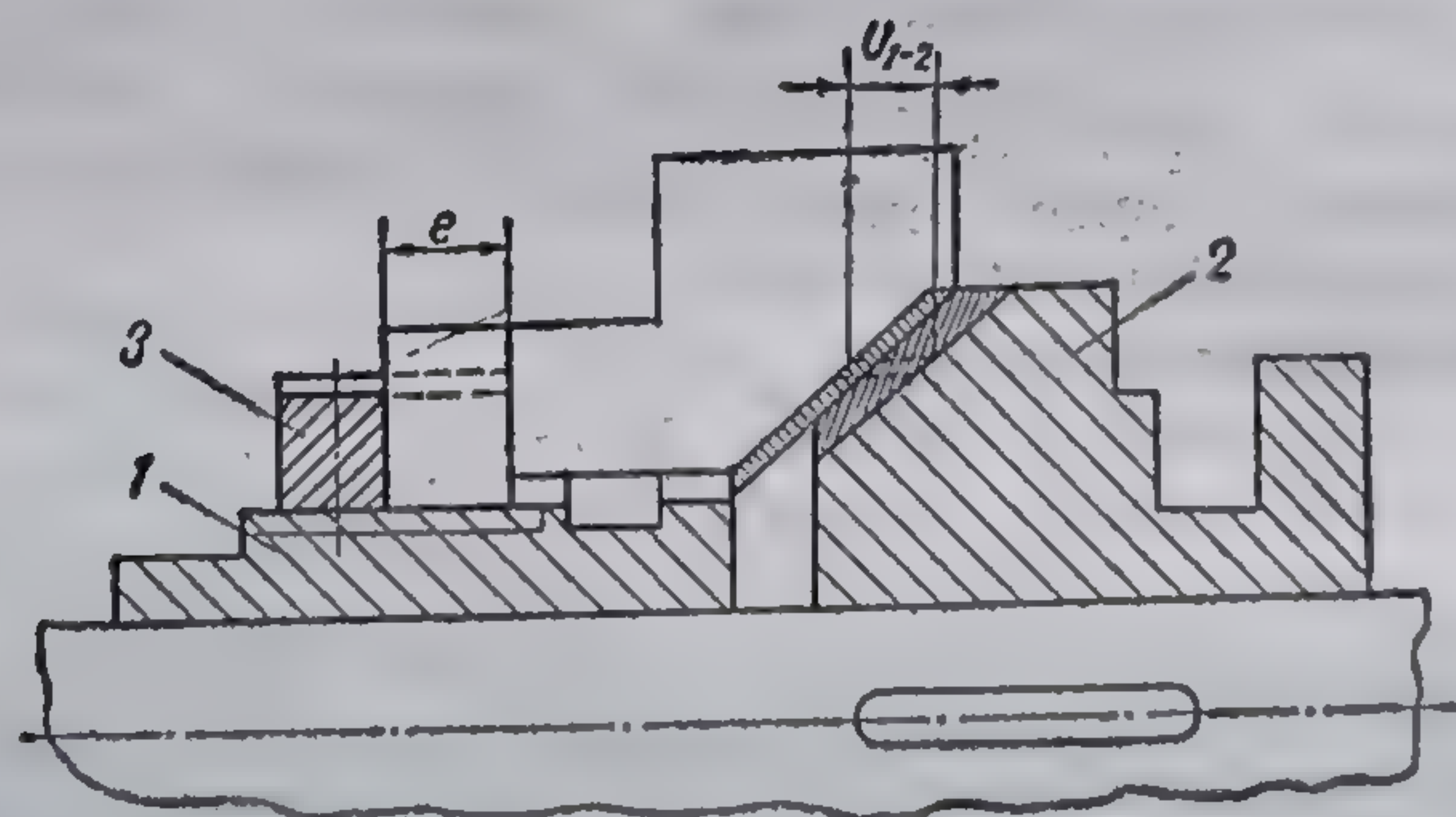


Fig. 22.4. Compensarea uzurii la cuplajele conice și la frîne.

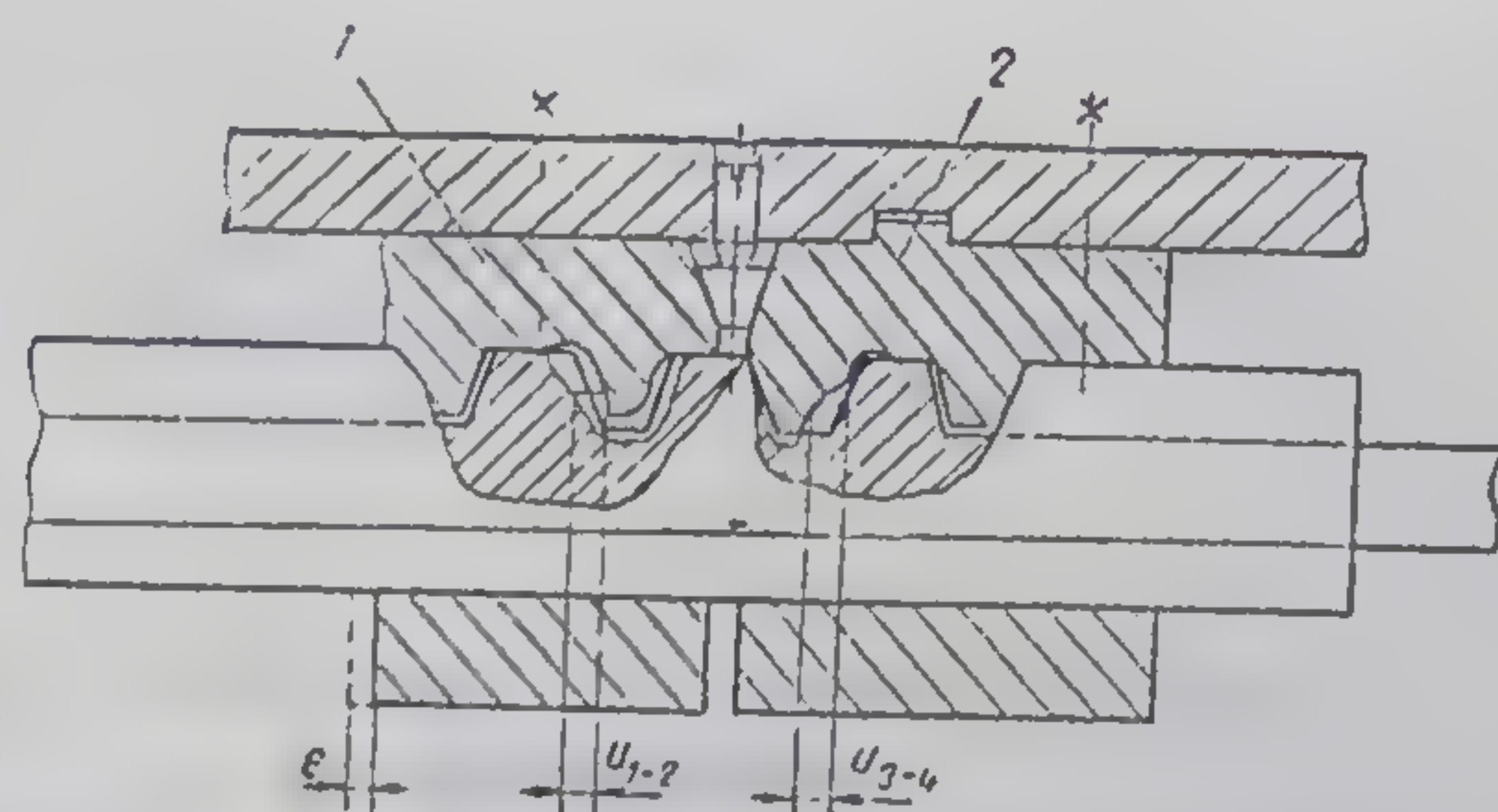
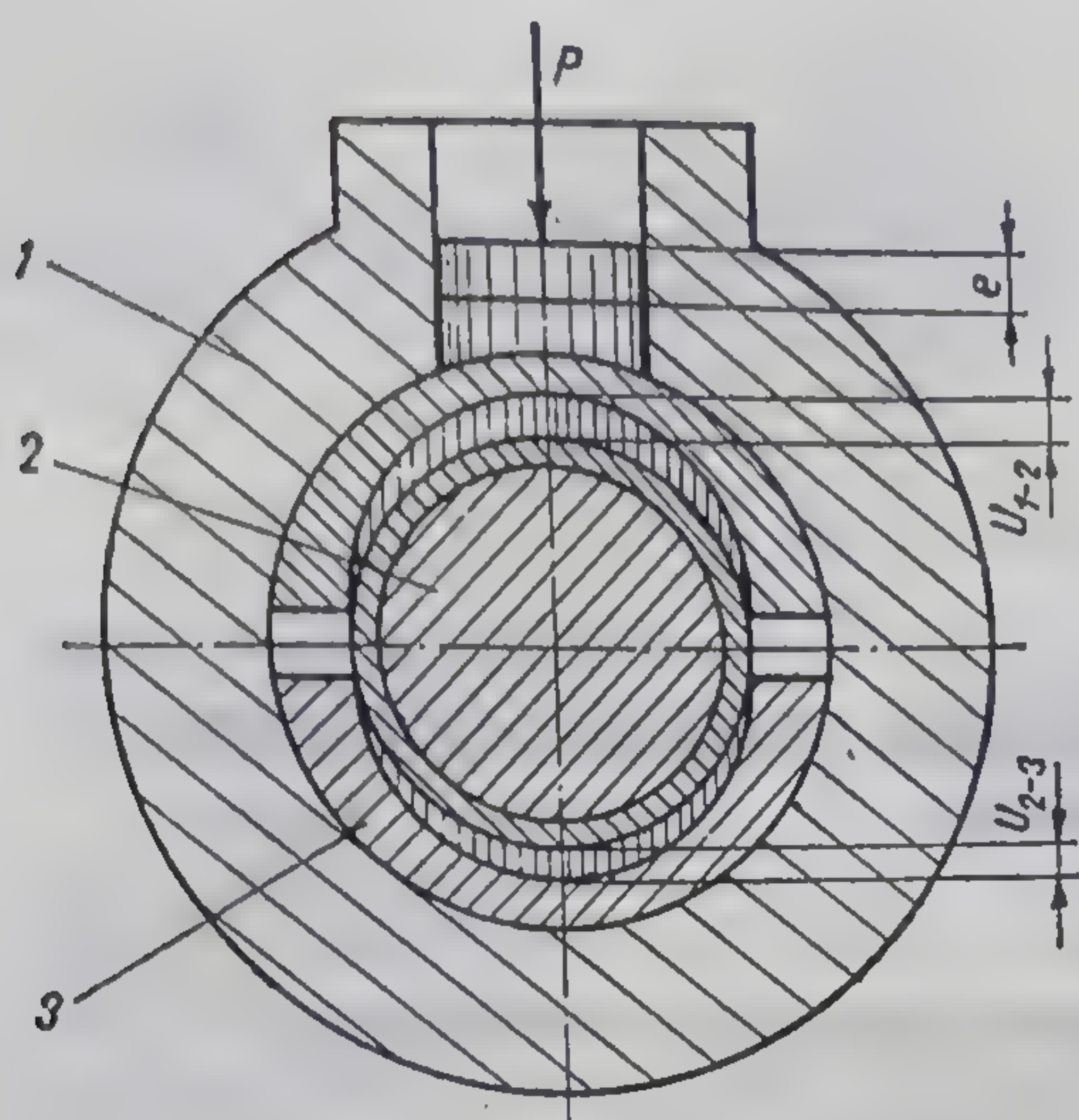


Fig. 22.6. Compensarea uzurii la șuruburile conducătoare.

Fig. 22.5. Compensarea uzurii cuzineților.

uzării se face apropiind cuzineții cu mărimea $e = u_{1-2} + u_{2-3}$. Cu 1 s-a notat cuzinetul superior, cu 2 arborele, iar cu 3 cuzinetul inferior.

În unele situații, când compensarea uzării se face mai greu din cauza uzării neuniforme la una din piese, se aleg soluții constructive care să permită reglarea jocului după uzare. O asemenea soluție s-a adoptat la piulița șuruburilor conducătoare care a fost executată din două jumătăți 1 și 2 (fig. 22.6), fapt care permite în caz de uzare o compensare cu mărimea $e = u_{1-2} + u_{3-4}$.

La șuruburile conducătoare uzarea este neuniformă pe lungime. În acest caz, suma uzărilor dintre șuruburi și piuliță va fi diferită pentru diferitele poziții ale piuliței pe șurub, astfel încât în anumite porțiuni ale șurubului jocul dintre acesta și piuliță rămâne neeliminat.

VERIFICAREA CUNOȘTIINȚELOR

1. Cum se explică apariția uzării de adeziune, care sînt factorii de care depinde și consecințele acestui tip de uzare?
2. Care sînt factorii ce provoacă uzarea de abraziune și prin ce se diferențiază de uzarea de adeziune?
3. Ce se înțelege prin uzarea de oboseală și care sînt modurile de manifestare?
4. În ce constă uzarea de coroziune și în cîte feluri se manifestă?
5. Care sînt metodele de măsurare a uzării mai des utilizate și particularitățile fiecărei metode în parte?
6. Cum se procedează pentru eliminarea uzării unei îmbinări?

CAPITOLUL 23

NECESITATEA ȘI ORGANIZAREA REPARĂRII MAȘINILOR, UTILAJELOR ȘI INSTALAȚIILOR

1. NECESITATEA REPARĂRII MAȘINILOR, UTILAJELOR ȘI INSTALAȚIILOR

În timpul funcționării mașinilor, utilajelor și instalațiilor are loc o uzare neîntreruptă a suprafețelor în frecare ale diferitelor organe de mașini din componența acestora. Din această cauză, se modifică jocurile inițiale din asamblări, forma, dimensiunile, precum și starea suprafețelor. La o anumită valoare a acestor modificări apare o înrăutățire bruscă a însușirilor de exploatare ale anumitor mecanisme sau ale întregii mașini-unelte, fapt care determină necesitatea reparației.

Repararea și întreținerea între reparații a mașinilor, utilajelor și instalațiilor necesită cheltuieli importante. În plus, la lucrările de reparații participă un numeros personal muncitor cu înaltă calificare. Depistarea din timp și eliminarea cauzelor care provoacă ieșirea prematură din uz a organelor de mașini au rezultate economice importante: micșorează opririle neproductive, măresc perioada dintre reparații și reduc cheltuielile pentru efectuarea acestora, eliberând în același timp, pentru alte lucrări, un mare număr de muncitori calificați.

Cauza principală a deteriorării sau ieșirii din uz a pieselor mașinilor, utilajelor și instalațiilor este uzarea suprafețelor aflate în frecare. Mărirea uzării în unitatea de timp și caracterul acesteia depind de proprietățile fizico-mecanice și chimice ale straturilor superficiale ale metalului din care sînt confecționate piesele, de viteza relativă de deplasare a suprafețelor acestora, de presiunea de contact dintre ele, precum și de unii factori externi, ca de pildă: lubrifierea, acoperirea cu impurități și calitatea prelucrării suprafețelor respective.

Multe piese importante ale mașinilor, utilajelor și instalațiilor au suprafețele active insuficient protejate (ghidajele batiurilor, meselor etc.), fiind supuse în acest fel unei uzări abrazive intense. Se știe că ungerea micșorează considerabil uzarea suprafețelor în frecare, totuși, în unele cazuri, ungerea nu micșorează ci, dimpotrivă, mărește uzarea suprafețelor. De exemplu, la degroșarea pe strung a pieselor turnate din fontă, suprafețele de ghidare nelubrificate ale mașinii-unelte se uzează mai puțin decît cele unse. Aceasta se explică prin faptul că pe suprafețele unse sînt reținute particulele metalice și abrazive (așchii mărunte, nisip etc.), care distrug suprafețele ce se freacă. Pentru protejarea împotriva uzării

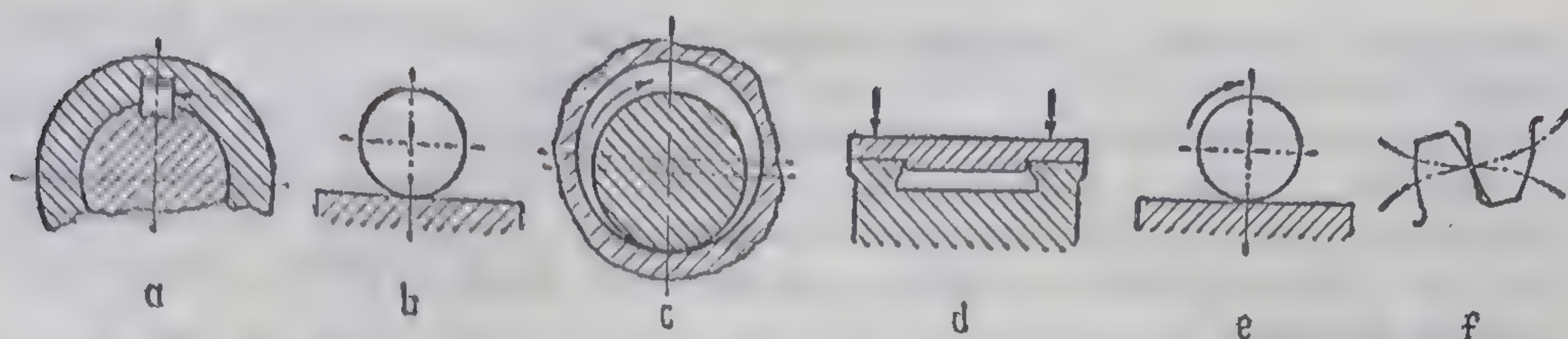


Fig. 23.1. Schemele celor mai caracteristice interacțiuni dintre două suprafețe.

intense, ghidajele batiurilor trebuie apărate împotriva murdăriei, prin curățirea minuțioasă de particulele solide (dure).

Adeseori, distrugerea suprafețelor începe în urma strivirii lor, care se produce atât în procesul de frecare cât și în cazul lipsei unei mișcări relative, precum și din cauza așa-zisei oboseli a straturilor superficiale ale metalului, din cauza coroziunii sau din alte cauze.

Cele mai caracteristice aspecte ale interacțiunii dintre două suprafețe în contact sînt reprezentate în figura 23.1.

În cazul interacțiunii suprafețelor în contact fără deplasare relativă (fig. 23.1, a și b), suprafețele se distrug de obicei ca urmare a strivirii. Acest fapt este caracteristic pentru îmbinările cu pană, cu caneluri, cu filet, pentru știfturile cilindrice, reazeme etc. În cazul mișcării de rotație (fig. 23.1, c) sau rectilinii alternative (fig. 23.1, d), distrugerea suprafețelor are loc mai ales datorită uzării și strivirii. În aceste condiții funcționează majoritatea organelor de mașini, utilaje și instalații: lagărele cu alunecare, bușele, discurile cuplajelor de fricțiune și ale frînelor, șuruburile conducătoare, batiurile, mesele, cărucioarele etc.

În cazul rulării fără alunecare (fig. 23.1, e) se observă exfolierea particulelor de metal datorită oboseli straturilor superficiale; în cazul unei durități insuficiente a materialului și a unor presiuni mari, are loc în același timp și strivirea. Dintre piesele care sînt distruse în urma oboseli straturilor superficiale ale metalului fac parte cuplajele cu gheare, rulmenții etc. În cazul rostogolirii, caracteristică angrenajelor (fig. 23.1, f), metalul se distruge datorită uzării și oboseli stratului superficial, iar în unele cazuri și din cauza strivirii.

Organele mașinilor, utilajelor și instalațiilor pot fi distruse și scoase din uz atât datorită cauzelor arătate mai sus, cât și în urma unor defecte constructive sau a reparațiilor defectuoase. Asemenea defecte sînt: alegerea unor materiale și a unui tratament termic care nu corespund condițiilor de exploatare a pieselor; alegerea incorectă a jocurilor și a ajustajelor la locurile de contact ale pieselor; utilizării unei metode nerătionale de îmbinare a pieselor; datorită abaterii de la dimensiunile prescrise pe desen a pieselor în frecare; alegerea necorespunzătoare a metodei de aducere a uleiului de ungere pe suprafețele în frecare; rezistența și rigiditatea insuficientă a pieselor și montarea sau reglarea necoresctă a mașinii, utilajului sau instalației.

Exploatarea corectă a mașinilor, utilajelor și instalațiilor în bune condiții măresc considerabil durata de serviciu.

Prevenirea ruperii diverselor piese depinde, în mare măsură, de starea sistemelor de siguranță, de blocare și a limitatoarelor de cursă. Creșterea duratei de serviciu a pieselor mașinilor, utilajelor și instalațiilor se realizează și prin perfecționarea metodelor de reparare, mărirea

rezistenței la uzare a pieselor, controlul uzării principalelor îmbinări, modernizarea subansamblurilor, mecanismelor etc.

Durata perioadelor dintre reparații, în condiții normale de exploatare a mașinilor, utilajelor și instalațiilor depinde de durata de serviciu a pieselor principale ale acestora. Durata de serviciu a pieselor este determinată de mărimea uzării limită, care servește drept criteriu pentru de-clasarea pieselor.

Obținerea unei producții de o bună calitate este condiția obligatorie pentru stabilirea mărimii uzării limită a organelor componente ale mașinilor, utilajelor și instalațiilor. Aceasta se referă în primul rând la piesele principale ca: batiuri, mese, arbori principali etc., de care depind precizia și calitatea execuției.

În cazul mașinilor-unelte, precizia de funcționare depinde de precizia poziției și direcției deplasării pieselor și a subansamblurilor în raport cu ghidajele batiurilor. Reducerea preciziei geometrice a batiurilor, ca urmare a uzării, înrăutățește brusc caracteristicile de exploatare ale mașinilor-unelte.

2. SISTEME DE REPARAȚII

Repararea mașinilor, utilajelor și instalațiilor se poate realiza prin mai multe sisteme, principalele fiind următoarele:

— *sistemul de reparații executate după necesitate* fiind cel mai simplu sistem de organizare a reparațiilor. După acest sistem, mașina, utilajul sau instalația se repară atunci când nu mai poate fi menținut în exploatare, deci neplanificat și numai din cauza uzării avansate a pieselor;

— *sistemul de reparații pe bază de constatări* este sistemul prin care cu ocazia unei revizii executate la un utilaj se stabilește și termenul la care se face revizia următoare, precum și volumul reparației, pregătindu-se piesele de schimb și materialele necesare. La acest sistem de reparații, volumul și termenele reparației planificate depind de starea mașinii, utilajului sau instalației;

— *sistemul de reparații cu planificare rigidă* prevede scoaterea obligatorie a mașinilor, utilajelor și instalațiilor din funcțiune, pentru executarea reparațiilor la anumite perioade stabilite, independent de starea tehnică a lor, precum și repararea sau înlocuirea pieselor și organelor componente la termenele stabilite;

— *sistemul preventiv de reparații periodice planificate* se bazează pe determinarea cât mai exactă a variației uzărilor în timp, la toate organele, piesele și elementele mașinilor, utilajelor și instalațiilor. Pe baza acestor uzări și în raport cu limitele maxime de uzări admise pentru fiecare organ, piesă sau element în parte se determină duratele de funcționare corespunzătoare între două reparații, exprimate în număr de ore de funcționare. Aceste durate de funcționare sînt folosite pentru stabilirea termenelor la care mașina, utilajul sau instalația va fi scoasă din serviciu pentru reparații (structura ciclurilor de reparații).

Sistemul admite și impune modificarea continuă a termenelor de reparație în raport cu rezultatele verificărilor și ale controlului planificat al mașinii, utilajului sau instalației. Astfel, în cazul în care se constată că la termenul respectiv nu este nevoie să se facă reparația programată

sau reparația poate fi înlocuită printr-o reparație mai mică sau mai mare, norma de reparație se modifică.

Avantajele principale ale acestui sistem constau în evitarea ieșirii neprevăzute a mașinii, utilajului sau instalației din funcțiune și în posibilitatea unei mai bune organizări și pregătiri a repartiției și a planificării lucrărilor de reparație pentru orice termen.

Sistemul a fost introdus în toate întreprinderile din țara noastră, deoarece reprezintă cel mai modern sistem de reparații, bazat pe existența normelor tehnico-științifice pentru executarea reparațiilor.

Acest sistem prevede lucrări de întreținere și lucrări de reparații.

În cadrul lucrărilor de întreținere, la anumite intervale de timp în funcționarea mașinilor se execută *revizia tehnică (Rt)*.

Prin revizie tehnică se înțeleg operațiile ce se execută în scopul determinării stării tehnice a mașinii, utilajului sau instalației și a principalelor operații ce urmează a se efectua cu ocazia primei reparații planificate, pentru a se asigura în continuare funcționarea normală a acesteia.

Pe lângă determinarea stării tehnice, în cadrul reviziei tehnice se pot executa și unele operații de reglare și consolidare a unor piese și subansambluri, asigurându-se funcționarea normală a mașinii până la prima reparație.

Totodată se verifică instalațiile de comandă, sistemul de ungere și de răcire, precizia de funcționare etc.

Aceste revizii tehnice fiind de scurtă durată, este indicat să se execute când mașinile sînt oprite din funcționare (în schimburile neprogramate).

Lucrările de reparații reprezintă ansamblul de măsuri luate pentru recondiționarea sau înlocuirea pieselor componente uzate ale mașinii-unelte în vederea menținerii caracteristicilor funcționale ale acesteia.

În funcție de complexitatea mașinilor-unelte, durata de funcționare, gradul de uzare etc., sînt prevăzute următoarele categorii de intervenții: reparația curentă și reparația capitală.

Reparația curentă (RC) cuprinde lucrările ce se execută periodic, în mod planificat, în scopul înlăturării uzării materiale sau a unor deteriorări locale prin repararea, recondiționarea sau înlocuirea unor piese componente sau chiar înlocuirea parțială a unor subansambluri uzate.

În funcție de mărimea intervalului de timp de funcționare între reparații, de importanța lucrărilor ce se execută și volumul pieselor și subansamblurilor reparate, recondiționate sau înlocuite, reparațiile curente, se împart în:

- *reparații curente de gradul I (RC₁);*
- *reparații curente de gradul II (RC₂);*

La reparațiile curente de gradul I se execută următoarele operații: reparația apărătorilor, spălarea pieselor provenite de la mecanismele demontate și remedierea defectelor de suprafață, recondiționarea sau înlocuirea pieselor uzate de mică importanță, răzuirea loviturilor de pe suprafețele de ghidare și ajustarea penelor și a adausurilor, spălarea, verificarea și reparația dispozitivelor de ungere și răcire, schimbarea uleiului, reglajul echipamentului electric.

La reparațiile curente de gradul II, volumul lucrărilor este mai mare, executîndu-se în afară de lucrările de mai sus și următoarele operații: repararea sau înlocuirea lagărelor sau a rulmenților, repararea sau înlocuirea aparatajului de pornire, reglarea sistemului de comandă electric și hidraulic, verificarea și repararea pieselor motorului electric, vopsirea.

Reparația capitală (RK) reprezintă gama de lucrări ce se execută în scopul restabilirii capacității inițiale de lucru a mașinii, utilajului sau instalației și preîntâmpinarea ieșirii acestora din funcțiune înainte de termen.

În cadrul reparației capitale, pe lângă lucrările prevăzute la reparațiile curente se execută: demontarea de pe fundație, demontarea parțială sau totală, reparația batiurilor sau a pieselor de bază, răzuirea pieselor în frecare, recondiționarea sau înlocuirea parțială sau totală a pieselor uzate, respectiv a unuia sau mai multor agregate sau subansambluri componente ale mașinii, utilajului sau instalației, care nu mai pot funcționa în condiții de siguranță și precizie, înlocuirea sau reparația echipamentului electric, remontarea, vopsirea suprafețelor exterioare, probele și rodajul mecanic (atunci când este cazul), montarea pe fundație, verificarea preciziei de lucru și redarea în funcțiune.

Cu ocazia reparațiilor capitale se pot înlocui circa 50% din piesele componente, însă valoarea acestei reparații nu trebuie să depășească 60% din valoarea de înlocuire a mașinii, utilajului sau instalației respective.

Odată cu efectuarea reparațiilor capitale se pot aduce unele îmbunătățiri și modernizări, cu condiția ca valoarea totală a reparației capitale, inclusiv cheltuielile pentru îmbunătățiri și modernizări să nu depășească valoarea maximă de mai sus.

Reparațiile accidentale (RA) sînt reparațiile executate în caz de accident (degradare) care se încadrează ca volum într-una din lucrările de reparații menționate.

Cauzele accidentelor pot fi de mai multe feluri și anume:

- oboseala materialelor care provoacă schimbarea structurii materialelor și deci și a caracteristicilor mecanice (rezistență, elasticitate etc.);
- întreținerea necorespunzătoare privitor la ungerea, răcirea, curățirea suprafețelor, admiterea jocurilor anormale etc.;
- reparații neexecutate la timp, ceea ce provoacă o uzare pronunțată peste limitele admisibile;
- reparații executate necorespunzător (piese și organe recondiționate sau executate defectuos, montaj încorect etc.);
- exploatarea neglijentă, cu scule necorespunzătoare, exploatarea forțată, cu șocuri și vibrații sau cu suprasolicitări.

3. PLANIFICAREA REPARAȚIILOR

Reparațiile se planifică pentru o perioadă de un an calendaristic, iar stabilirea reparațiilor necesare fiecărei mașini, utilaj sau instalație pe această perioadă formează *planul anual de reparații*.

La întocmirea planului anual de reparații se ține seama de:

- starea tehnică a utilajului rezultată din constatările făcute cu ocazia ultimului control planificat;
- ultima reparație executată, categoria și durata;
- felul producției (de unicate, în serie sau în masă) și precizia cerută;
- condițiile de exploatare; numărul de schimburi;
- propunerile secțiilor și sectoarelor care exploatează mașina, utilajul sau instalația.

Planul anual este apoi transpus în *graficul anual* în care se cuprind toate reparațiile pe care le suferă mașinile, utilajele și instalațiile într-un an, precum și termenele de începere și de terminare a acestor reparații. De asemenea, se indică numărul de ore necesar reparațiilor, costul și intervalul în care se fac reparațiile.

Pe baza planificării cuprinse în planul anual se elaborează *planurile lunare*.

4. NORMATIVELE DE REPARAȚII

În țara noastră sînt elaborate normative în care mașinile, utilajele și instalațiile sînt evidențiate pe subgrupe, tipodimensiuni, precum și în funcție de parametrii tehnico-econômici ai acestora.

În normative sînt prevăzute pentru fiecare mașină, utilaj și instalație în parte durata de serviciu normată, ciclul de reparații și intervalul dintre intervenții (în ore de funcționare), numărul intervențiilor într-un ciclu de reparații, numărul de reparații capitale posibile de executat, timpul de staționare în reparație, timpul necesar pentru executarea reparației și costul reparațiilor.

5. CICLUL DE REPARAȚII

Ciclul de reparații reprezintă perioada de timp, în ore lucrate, între două reparații capitale sau, pentru mașina, utilajul sau instalația nouă de la darea lui în exploatare pînă la prima reparație capitală.

Durata ciclului de reparații este fixată pentru fiecare tip de mașină, utilaj sau instalație în normative de reparații în funcție de orele de funcționare. În general, un ciclu de reparații cuprinde o reparație capitală, 2—3 reparații curente de gradul II, 6—12 reparații curente de gradul I și 27—72 revizii tehnice, în funcție de tipul producției.

În figura 23.2 este reprezentat un model de ciclu de reparații, în care T este durata de serviciu între două reparații capitale (RK). Un exemplu practic de stabilire a ciclului de reparații pentru un strung revolver codificat în normative 425 023 0, cu o durată de serviciu normată de 120 000 h este prezentat în figura 23.3.

Pe toată durata de serviciu, conform normativelor, strungului revolver i se fac trei reparații capitale (RK) la perioade de timp de 30 000 h de funcționare (fig. 23.3, a). Pînă la prima reparație capitală, între acestea, și de la ultima reparație capitală pînă la casarea mașinii respective, i se fac două reparații curente de gradul II (RC_2) (fig. 23.3, b) la 10 000 h de

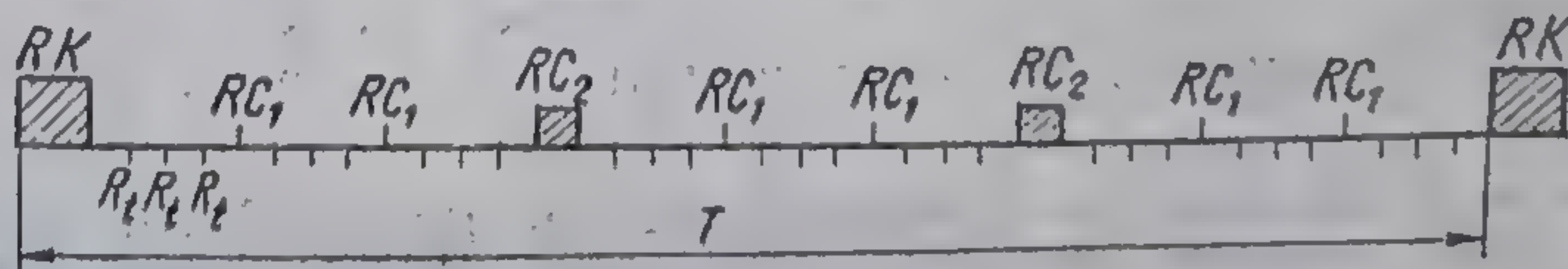


Fig. 23.2. Ciclul de reparații.

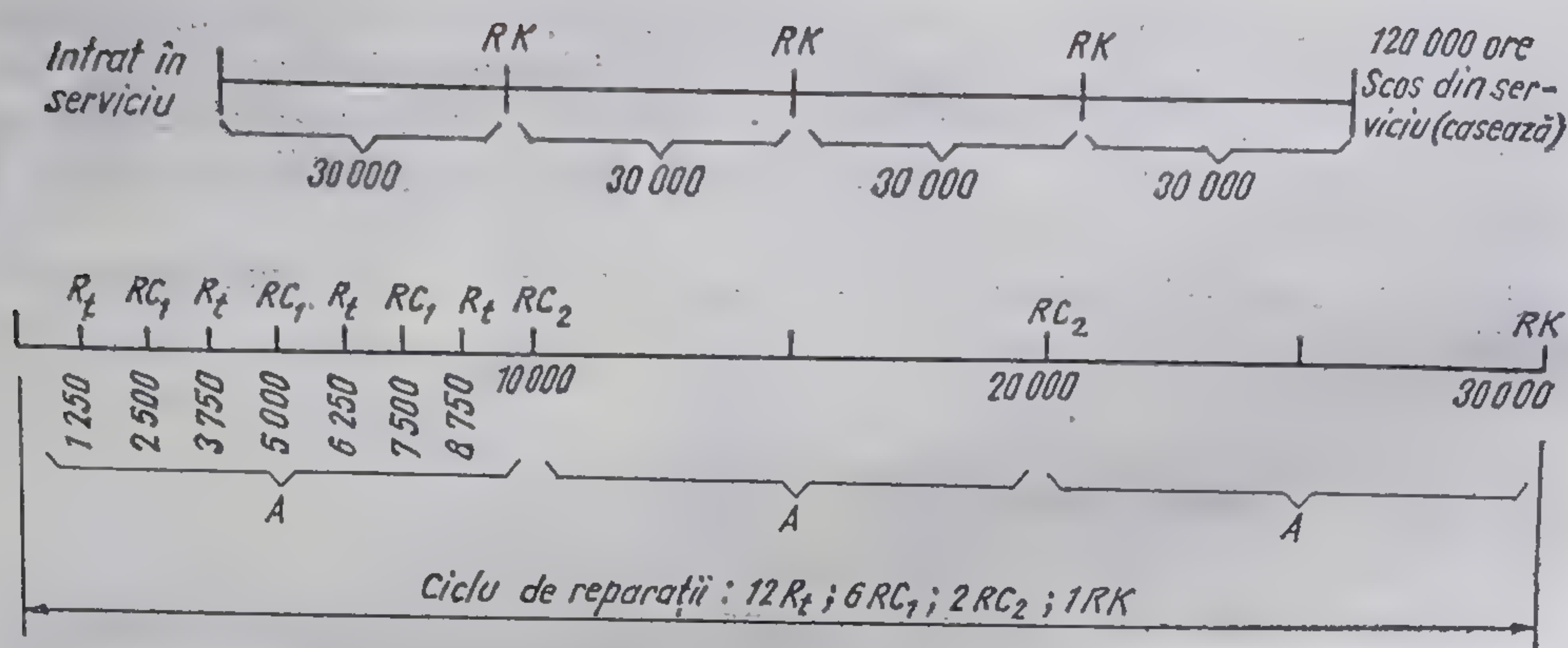


Fig. 23.3. Ciclu de reparații pentru un strung revolver.

serviciu. Între două reparații curente de gradul II se efectuează trei reparații curente de gradul I (RC_1) la 2 500 h de serviciu și patru revizii tehnice (R_t) la 1 250 h de serviciu după fiecare reparație curentă de gradul I.

6. METODE DE REPARAȚII

Pentru fiecare fel de reparație, în raport cu volumul lucrărilor de executat și condițiile de execuție, se vor putea alege următoarele metode de reparații:

— *metoda reparațiilor pe loc*, care se aplică în general la repararea mașinilor, utilajelor și instalațiilor mari, pentru a căror deplasare nu există mijloacele de transport necesare sau a căror deplasare este costisitoare. Metoda aceasta se poate aplica însă și pentru mașinile și utilajele mici din ateliere, la care este organizată deplasarea echipelor reparatoare împreună cu sculele necesare la locul de amplasare a lor. În plus, în timpul scoaterii de pe fundație, transportului și reintroducerii pe fundație, se pot întâmpla accidente, dereglări, deteriorări, se poate micșora precizia la lucru etc.

Avantajul acestei metode constă în aceea că suprimă cheltuielile și intervalele de timp consumate cu transportul utilajelor de la locul de producție până la atelierul de reparații. Este necesar însă ca la aplicarea acestei metode să se organizeze astfel locul de muncă încât să existe spațiu suficient pentru deplasarea personalului muncitor care repară, pentru demontarea și spălarea pieselor etc.;

— *metoda reparațiilor prin înlocuirea de subansambluri*, care se aplică în special în cazurile când există mai multe mașini și utilaje identice. În acest fel se poate aproviziona un stoc minim de subansambluri care pot fi montate în momentul în care mijlocul fix intră în reparație.

Subansamblurile demontate se recondiționează în atelierele de reparații și se păstrează devenind astfel subansambluri de rezervă pentru viitoarele reparații.

Această metodă permite o specializare a personalului muncitor în executarea unor anumite operații, aplicarea unei tehnologii uniformizate și organizarea reparațiilor ca la producția în serie. Înlocuirea subansam-

blurilor gata reparate aduce o scurtare simțitoare a duratei reparațiilor deoarece mașina, utilajul sau instalația în reparație se scoate din funcțiune numai în perioada necesară pentru demontarea și montarea subansamblurilor respective;

— *metoda lucrărilor simultane* constă în defalcarea lucrărilor de reparații pe mai multe grupe de operații și se încredințează fiecare grupă de operații unei echipe specializate. Operațiile desfășurându-se în paralel se scurtează simțitor timpul total de reparație. Metoda necesită însă o tehnologie bine întocmită pentru a se evita suprapunerile dintre operații;

— *metoda lucrului în schimburi continue* este metoda în două sau trei schimburi, care se aplică ori de câte ori trebuie ca reparația mașinii, utilajului sau instalației să se realizeze într-un termen foarte scurt (accidente, strângulări în producție etc.);

— *metoda executării reparațiilor în timpul repausului* se aplică la executarea reparațiilor mașinilor, utilajelor și instalațiilor care nu pot fi scoase din procesul de producție. Reparația se execută în repausul programului de muncă, astfel: când utilajul este exploatat într-un schimb sau două, reparația se execută în repausul dintre schimburi, iar când utilajul este exploatat în trei schimburi, reparația se execută parțial, pe subansambluri, astfel că în fiecare repaus se repară un subansamblu.

Pentru executarea de reparații, prin această metodă trebuie să existe o foarte bună pregătire de materiale, piese și subansambluri gata reparate, în stoc, care doar se înlocuiesc.

7. ORGANIZAREA REPARĂRII MAȘINILOR, UTILAJELOR ȘI INSTALAȚIILOR

După mărimea întreprinderii, organizarea executării reparațiilor se poate face în unul sau mai multe ateliere de reparații, dintre care unul central și altele organizate pe lângă sectoarele de producție, numite ateliere de sector.

Sarcinile atelierului de sector sînt:

- executarea reviziilor tehnice și a reparațiilor curente de gradul I ale mașinilor, utilajelor și instalațiilor sectorului pe care-l deservesc;
- executarea reparațiilor accidentale (neplanificate).

Sarcinile atelierului central de reparații sînt:

- execută reparațiile capitale și curente de gradul II;
- execută piesele de schimb cu uzare intensă.

Pentru a putea îndeplini sarcinile care le revin, atelierele de reparații sînt înzestrate cu utilajul necesar, cu instrumentele de măsurat și controlat, precum și cu aparatele pentru încercarea materialelor, ansamblurilor cu standuri de probă etc.

În cazul înzestrării cu întregul utilaj prescris, atelierele de sector pot executa reparațiile planificate, curente, de gradul 1 și 2.

Oricît de bine ar fi înzestrate cu mașini-unelte, atelierele centrale de reparații și de sector nu vor putea asigura executarea pieselor de schimb necesare tuturor tipurilor de mașini, existente în întreprindere. De aceea, cu ocazia planificării reparațiilor se va avea grijă ca piesele care nu se pot executa cu mașinile din dotarea proprie să fie comandate la întreprinderile specializate.

În industria constructoare de mașini, reparațiile se fac eșalonat în tot cursul anului. În acest caz, este necesar un personal permanent, specializat în lucrările de reparații.

Sarcinile echipelor de reparații sînt: executarea reparațiilor pe ansambluri; verificarea utilajului; montarea pieselor de schimb și de rezervă executate în atelierul central de reparații.

Aceste lucrări se execută la timpul calendaristic planificat, mașinile fiind scoase din serviciu în timpul cît durează reparațiile.

La mașinile și utilajele unicate a căror oprire ar produce perturbări în fabricație, reparațiile mici se execută în timpul pauzelor, reparațiile ansamblurilor se execută în timpul sărbătorilor legale și numai în cazuri absolut necesare mașina se oprește pentru reparație.

Prin reviziile tehnice se stabilesc exact piesele defecte care trebuie înlocuite și lucrările de ajustaj ce trebuie executate, astfel ca în momentul opririi mașinii să existe piesele necesare de schimb, echipa de reparații să fie complet formată și fiecare component al ei să știe ce are de făcut.

VERIFICAREA CUNOȘTINȚELOR

1. Care sînt cauzele care determină repararea mașinilor, utilajelor și instalațiilor?
2. Să se indice principalele sisteme de reparații și avantajele și dezavantajele fiecărui sistem în parte.
3. Ce gamă de lucrări cuprinde reparațiile curente? Dar reparația capitală?
4. Prin ce se deosebesc reparațiile accidentale de reparațiile capitale și care sînt măsurile de prevenire?
5. Ce se înțelege prin ciclu de reparații și ce cuprinde?
6. Care sînt metodele de reparații și căror tipuri de mașini, utilaje și instalații se aplică fiecare metodă în parte?

PREGĂTIREA MAȘINILOR, UTILAJELOR ȘI INSTALAȚIILOR PENTRU REPARAȚII

Prin repararea unei mașini, utilaj sau instalație se urmărește refacerea gradului de precizie, înlocuirea sau recondiționarea acelor piese care prezintă *uzări* pronunțate sau sînt deteriorate. O mașină reparată trebuie să aibă aceleași caracteristici, aceeași precizie și aspect ca și o mașină nouă.

Această problemă are importanță, deoarece parcul de mașini, utilaje și instalații al fiecărei întreprinderi sau atelier se îmbogățește cu mașini, utilaje și instalații de înaltă precizie și cu productivități ridicate. De aceea, trebuie acordată o atenție deosebită: elaborării tehnologiilor de reparare și a dotării atelierelor de reparare cu mașini, aparate de măsurat și controlat, scule și dispozitive de cea mai bună calitate.

Operațiile pregătitoare care se efectuează în vederea reparării mașinilor, utilajelor și instalațiilor sînt: primirea pentru reparare, demontarea, curățirea și spălarea pieselor după demontare, constatarea defectelor pieselor demontate.

La anumite tipuri de mașini și utilaje, cum sînt cele care lucrează în aer liber, înainte de demontare sînt supuse spălării în vederea îndepărtării noroiului și altor depuneri.

1. PRIMIREA MAȘINILOR, UTILAJELOR ȘI INSTALAȚIILOR PENTRU REPARARE

Reparațiile se fac la termenele stabilite în planul de reparații a fondurilor fixe întocmit la începutul anului, numai dacă se stabilește necesitatea lor cu ocazia reviziilor tehnice planificate cînd se constată uzarea pieselor.

Maistrul care conduce lucrările de reparație stabilește împreună cu șeful secției în care se află utilajul, data cînd utilajul va fi oprit și predat cu proces verbal de predare-primire în care se consemnează: denumirea utilajului, numărul de inventar, piesele sau sculele anexă, dacă intrarea în reparație este conform planului sau este o reparație accidentală (cu specificarea motivului accidentării și vinovatul), defecțiunile constatate în timpul exploatării, recomandări privitoare la modernizarea utilajului etc.

Constatarea stării tehnice a mașinilor, utilajelor și instalațiilor se face prin următoarele metode:

— *metoda examinărilor* prin care se verifică starea tehnică a utilajelor, observindu-se funcționarea mașinii. Această observare se face de către oamenii de specialitate fără a se opri mașina;

— *metoda măsurătorilor*, care constă în măsurarea anumitor piese componente ale mașinii, care se compară cu datele din cartea tehnică, stabilind astfel gradul de uzare. Pentru aplicarea metodei, este necesară demontarea mașinii, utilajului și instalației respective;

— *metoda testelor* în cadrul căreia se fac măsurători asupra produsului realizat de către mașina respectivă și se constată abaterile. O mașină care dă produse cu o abatere mare, prezintă uzări mari;

— *metoda măsurătorilor speciale* care constă în măsurarea unor parametri speciali ai mașinii, cum ar fi: vibrațiile, temperatura, zgomotele, vitezele de lucru, diversele presiuni etc. Măsurarea acestor parametri speciali dă o imagine clară a stării utilajului.

2. DEMONTAREA MAȘINILOR, UTILAJELOR ȘI INSTALAȚIILOR

Lucrările de demontare depind de construcția mașinii, utilajului sau a instalației și de felul reparației. Astfel la reparațiile curente (RC_1 și RC_2) se demontează numai subansamblurile defecte, iar la reparațiile capitale (RK) întreg utilajul.

Maistrul care conduce lucrările de reparare trebuie să cunoască bine construcția și funcționarea utilajului în care scop el studiază documentația tehnică (proiectul și cartea mașinii, schema cinematică, schema electrică etc.) și examinează utilajul mai întâi în stare de funcționare apoi după ce a fost oprit, stabilind subansamblurile, interacțiunea lor și poziția pieselor conjugate, scopul precum și ordinea demontării.

Demontarea fiecărui subansamblu se face pe un loc de lucru separat. Piesele mărunte provenite din mecanismele demontate ale subansamblurilor trebuie aranjate ordonat în lăzi, fără a se așeza unele peste altele, pentru a evita deteriorarea și deformarea lor. Piesele de dimensiuni mari (corpurile, batiurile etc.) se recomandă să fie așezate pe pardoseală, pe un suport din lemn sau pe mese joase, iar cele de dimensiuni mici (șuruburi, buloane, piulițe, știfturi, pene etc.) se strâng într-o ladă separată. Piesele așezate dezordonat se identifică greu la asamblare. De asemenea trebuie marcate piesele conjugate, neexistând o interschimbabilitate între ele.

Pentru executarea operației de demontare a mașinilor, utilajelor și instalațiilor, se cunosc două metode:

— *metoda în front*, care constă din demontarea utilajului de la început pînă la sfîrșit într-un singur loc de lucru. Metoda se aplică atunci cînd utilajul trebuie demontat numai parțial;

— *metoda pe bandă*, la care operația de demontare se realizează treptat, în cîteva posturi de lucru de pe linia de demontare. După demontarea utilajului, agregatele care trebuie reparate sînt transportate la locurile de reparații. Metoda se aplică în cazul demontării complete a utilajului.

a. Demontarea organelor filetate

Pentru a se ușura demontarea buloanelor, piulițelor, prezoanelor și a șuruburilor, ele se ung cu petrol lampant. Dacă subansamblul demontat are dimensiuni mici, atunci el se scufundă pentru 20—30 min în petrol lampant, iar apoi se răsucesce piulița sau bulonul într-un sens sau altul și se deplasează din loc. Dacă piulița nu se deșurubează după aceasta, atunci se aplică cu ciocanul de cupru lovituri dese și ușoare pe fețele piuliței și apoi se deșurubează. Pentru a se ușura deșurubarea unei piulițe foarte înțepenite, aceasta se încălzește cu grijă deosebită.

Piulițele hexagonale se demontează cel mai ușor cu cheia tubulară, deoarece ea cuprinde toate cele șase fețe, în timp ce o cheie obișnuită cuprinde numai patru fețe, iar o cheie universală numai două fețe ale piuliței.

Pentru deșurubarea prezoanelor ce sînt prevăzute cu filet la capătul liber, se folosește o piuliță cu o contrapiuliță sau o cheie obișnuită aplicată pe piulița obișnuită. Pentru deșurubarea prezoanelor se folosesc de asemenea dispozitive universale de scos prezoane (fig. 24.1). Acest dispozitiv se compune din tija 1, pîrghia 2, rola striată 3 montată pe tijă cu ajutorul penei 4. Prezonul 6 ce urmează a fi scos se introduce în alezajul suportului 5 pînă cînd partea nefiletată ajunge în dreptul rolei striate. Prin acționarea tijei, rola striată se rotește odată cu aceasta dezangajînd prezonul.

Dacă prezonul, șurubul sau bulonul s-au rupt puțin deasupra suprafeței piesei, resturile lui se îndepărtează din gaură cu o șurubelniță, executîndu-se un canal pe fața sa ruptă. Prezoanele, șuruburile sau buloanele rupte, care ies puțin peste suprafața piesei, se pot deșuruba și cu ajutorul unei bare sudate (fig. 24.2), atît de prezon cît și de o rondea.

Dacă prezoanele, șuruburile și buloanele s-au rupt sub suprafața piesei, în piesa ruptă se execută un alezaj la adîncimea de 10—15 mm, avînd diametrul egal cu jumătate din diametrul prezonului rupt, după care se execută un filet invers și se înșurubează o tijă filetată cu mîner. Prin rotirea tijei se deșurubează capătul rupt.

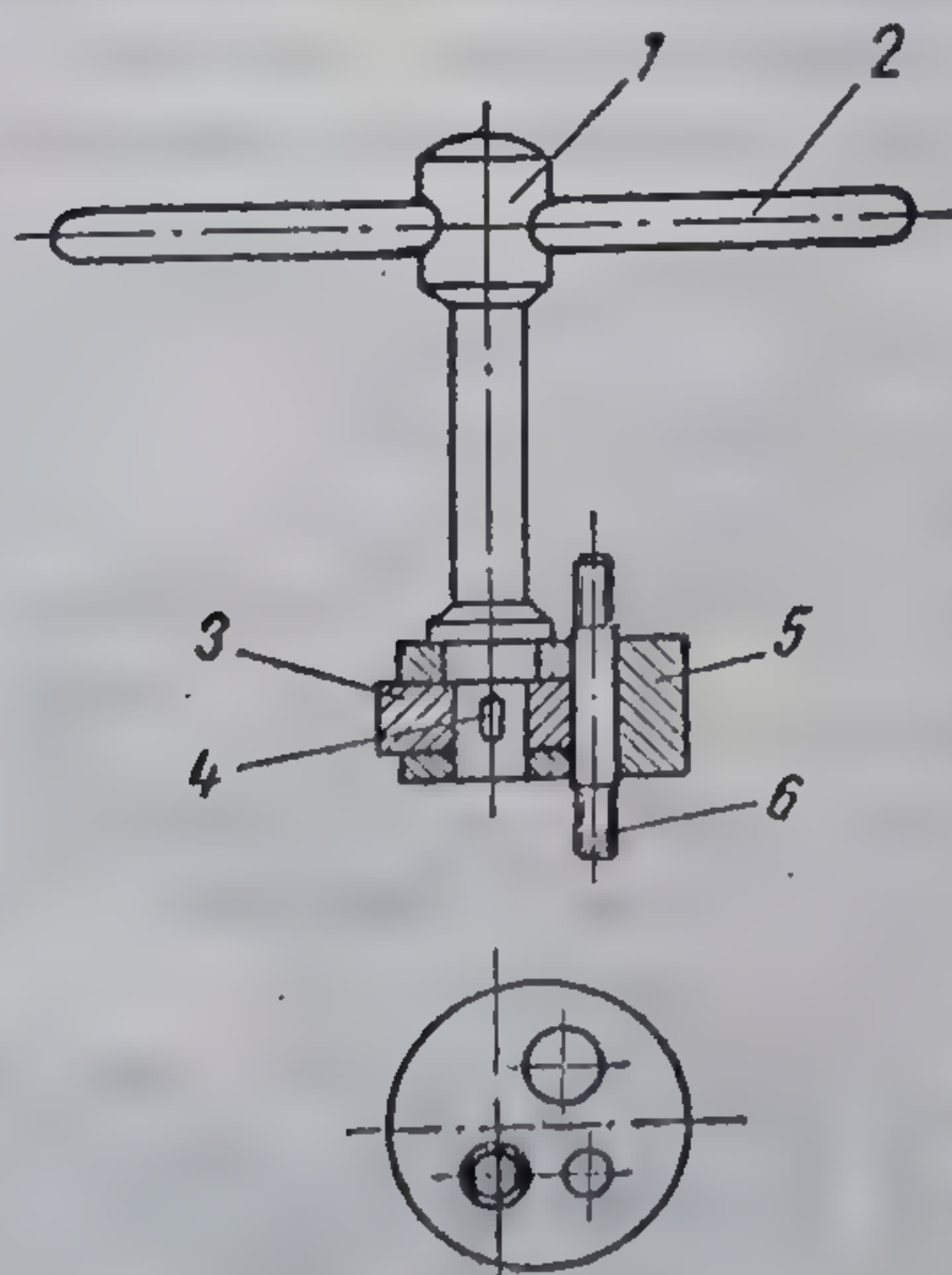


Fig. 24.1. Dispozitiv universal de scos prezoane.

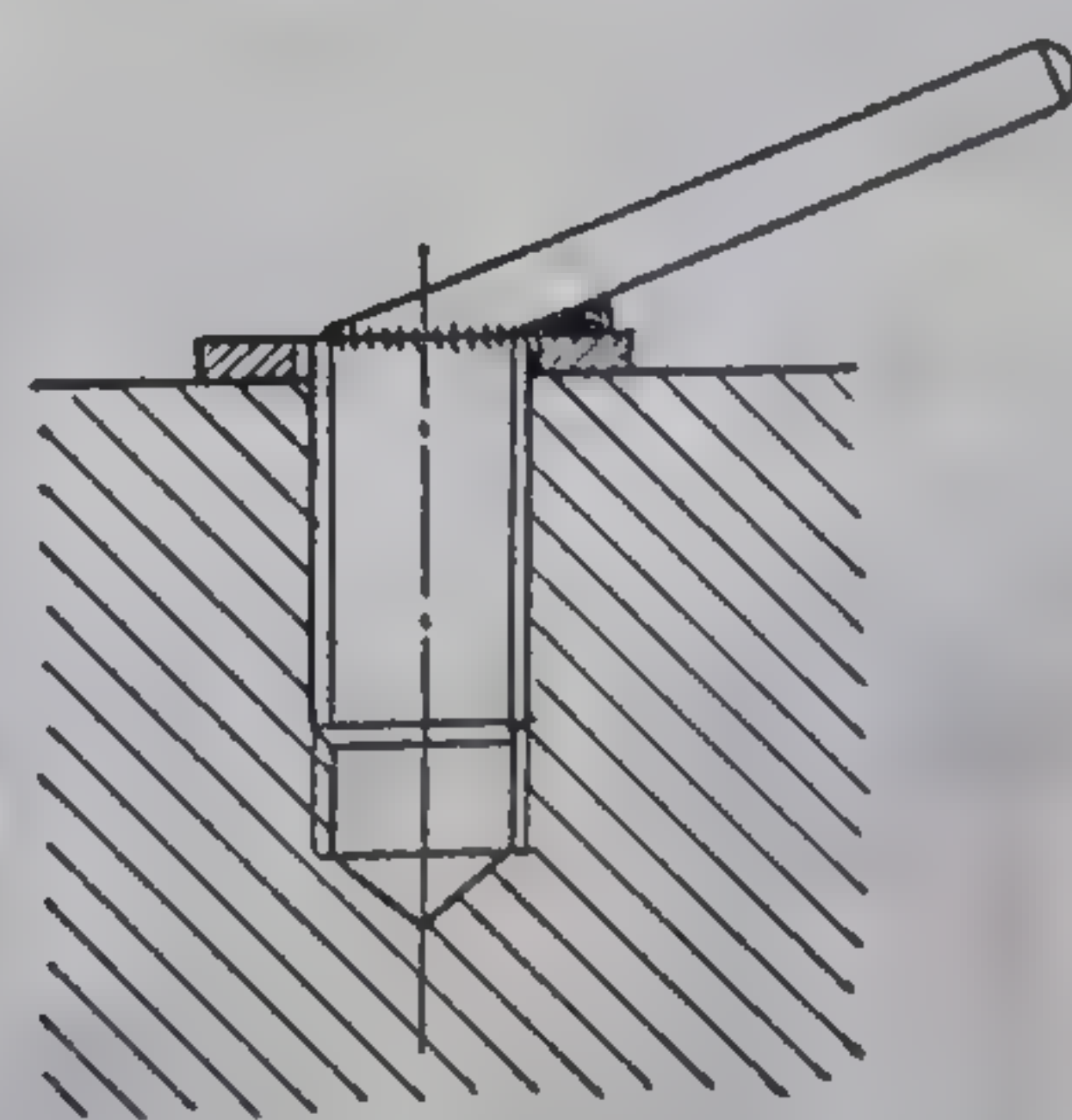


Fig. 24.2. Procedul de scoatere a șurubului rupt cu o vergea sudată.

b. Demontarea îmbinărilor cu știfturi și cuie spintecate

Știftul conic se îndepărtează în sensul diametrului mare, aplicând lovituri puternice cu ciocanul prin intermediul unui dorn. Dacă una din piese este deplasată din loc și știftul s-a îndoit, el se scoate după ce piesa a fost așezată la loc. Cuiele spintecate se smulg cu ajutorul extractoarelor speciale, după ce au fost reunite cu un clește.

c. Demontarea îmbinărilor cu pană

La demontarea subansamblurilor, penele înclinate se scot prin batere cu ajutorul unui dorn, ale cărui dimensiuni trebuie să fie ceva mai mici decât secțiunea canalului pentru pană. Dacă pana nu poate fi scoasă prin acest procedeu, atunci piesa se încălzește cu o lampă de benzină sau cu un arzător cu gaze pînă la temperatura de $80-120^{\circ}\text{C}$. După o astfel de încălzire, piesele se eliberează relativ ușor de pană.

Pana înclinată, montată la capătul arborelui, poate fi scoasă de asemenea cu un extractor cu acțiune dinamică (fig. 24.3). Capul 1 al extractorului se așază pe capul 2 al penei și se fixează cu ajutorul inelului 3 și cu șurubul 4. Lovind de cîteva ori cu greutatea 5 peste flanșa 6 se scoate pana din locașul ei.

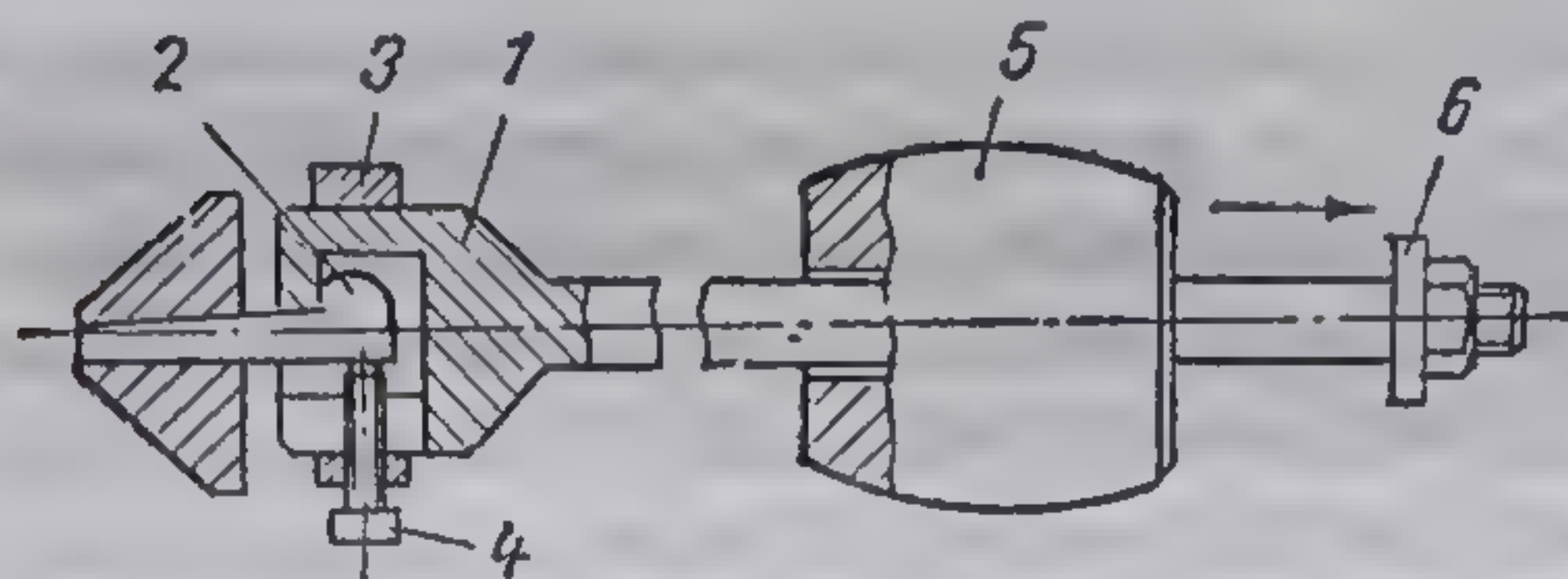


Fig. 24.3. Extractor de pană cu acțiune dinamică.

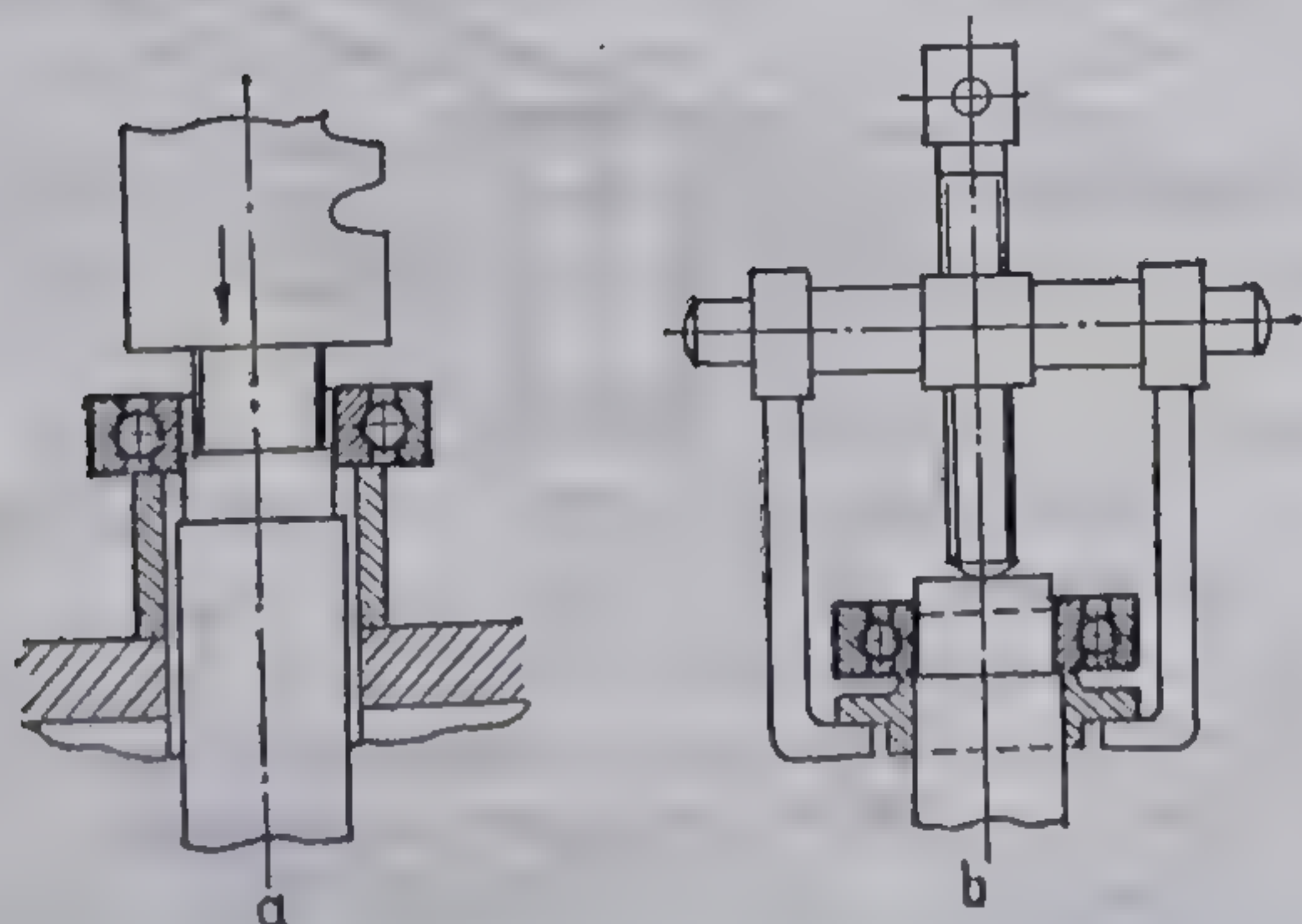


Fig. 24.4. Procedee de demontare a rulmenților.

d. Demontarea rulmenților

În vederea demontării rulmenților se va proceda la:

- constatarea modului de montare a rulmentului, prin consultarea desenelor sau prescripțiilor;

- curățirea locului și subansamblurilor respective;

- pregătirea sculelor și dispozitivelor de scoatere din categoria cărora cel mai frecvent sînt folosite presele manuale.

Rulmenții nu trebuie demontați prin lovire cu ciocanul și dornul, pentru că în acest caz corpurile și căile de rulare se deteriorează. Loviturile de ciocan sînt permise numai la scoaterea rulmenților cu alezaj conic unde se folosesc două pene cu care se forțează în mod uniform demontarea.

În figura 24.4 sînt reprezentate cîteva moduri de demontare a rulmenților. Cel mai simplu dispozitiv folosit la de-

montarea rulmenților este un manșon de țevă (fig. 24.4, a) care se aplică pe inelul interior al rulmentului, iar pe capul arborelui se presează axial cu o presă manuală. Acest dispozitiv se aplică numai atunci când arborele împreună cu rulmentul pot fi scoase din carcasa în care sînt montate.

Dacă rulmenții au fost montați cu strîngere, la demontare se folosesc dispozitive cu filet (extractoare). Acestea se pot folosi numai atunci cînd în spatele rulmentului se poate monta placa de fixare a dispozitivului.

Se va avea grijă ca această placă să fie așezată perpendicular pe axa rulmentului și să apese uniform pe inelul interior. Forța de deplasare a rulmentului se obține prin învîrtirea șurubului care se sprijină pe capul arborelui.

Cînd în spatele rulmentului se află o roată dințată sau o roată de transmisie, se folosesc dispozitive cu gheare (fig. 24.4, b), care se vor fixa chiar pe acestea. Se va avea grijă însă ca aceste piese să se aplice pe suprafața frontală a inelului interior al rulmentului, introducîndu-se, la nevoie, inele de sprijin.

La rulmenții demontabili, operația de demontare se simplifică deoarece în acest caz se poate separa inelul exterior de cel interior, iar prinderea lor în vederea demontării se poate face mult mai ușor.

Rulmenții montați cu bucșe de extracție se demontează prin înșurubarea unei piulițe pe filetul exterior al bucșei (fig. 24.5). Piulița 1 se sprijină pe inelul interior al rulmentului 2 și în același timp prin înșurubare trage bucșa extractoare 3, eliberînd astfel rulmentul 2 de pe fusul 4. Un procedeu mai perfecționat îl constituie demontarea bucșelor de extracție cu presa hidraulică portativă.

Pentru a ușura demontarea rulmenților mari și cu strîngeri mari, se obișnuiește să se încălzească inelul interior la temperaturi de 80—90°C. Pentru aceasta se toarnă peste inelul interior ulei mineral încălzit, iar fusul arborelui este ferit cu azbest sau carton (dispozitivul de demontare trebuie fixat în prealabil). După ce se încălzește inelul interior, demontarea propriu-zisă se realizează cu unul din procedeele cunoscute.

Pentru demontarea rapidă a rulmenților cu role cilindrice montați direct pe fus se folosește un dispozitiv electric de extracție care se centrează pe arbore și încălzește (prin inducție) rulmentul în circa 30 s; după aceea, rulmentul este extras cu ajutorul unui arc și a unor gheare.

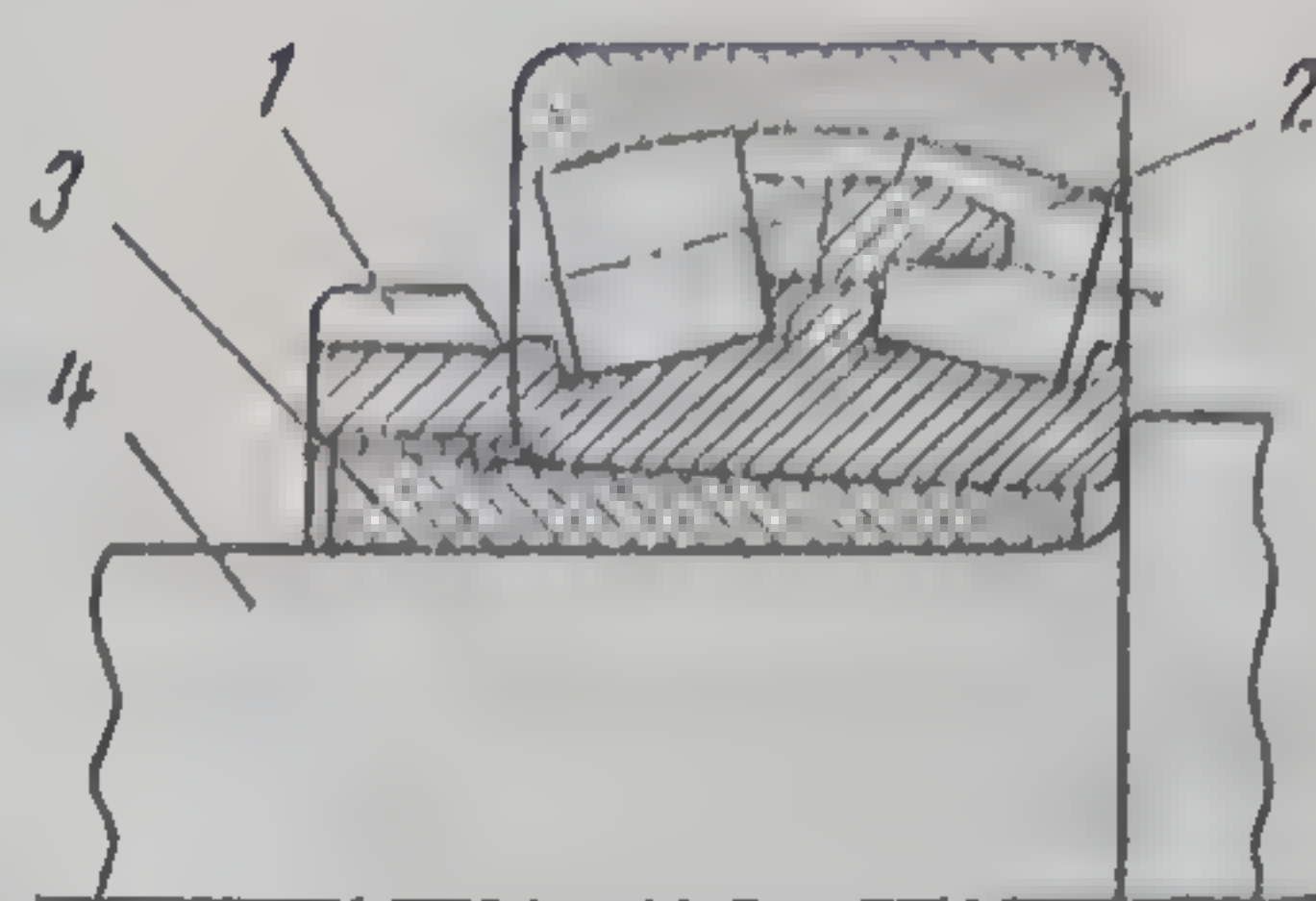


Fig. 24.5. Demontarea rulmenților fixați cu bucșă de extracție.

e. Demontarea lagărelor cu alunecare și a bucșelor

Lagărele și bucșele montate prin presare, în cazul că se mai refolosesc, se demontează cu ajutorul preselor manuale (fig. 24.6), preselor hidraulice și pneumatice sau cu ajutorul dispozitivelor de extracție, iar dacă nu se mai refolosesc cu ajutorul dornurilor (fig. 24.7).

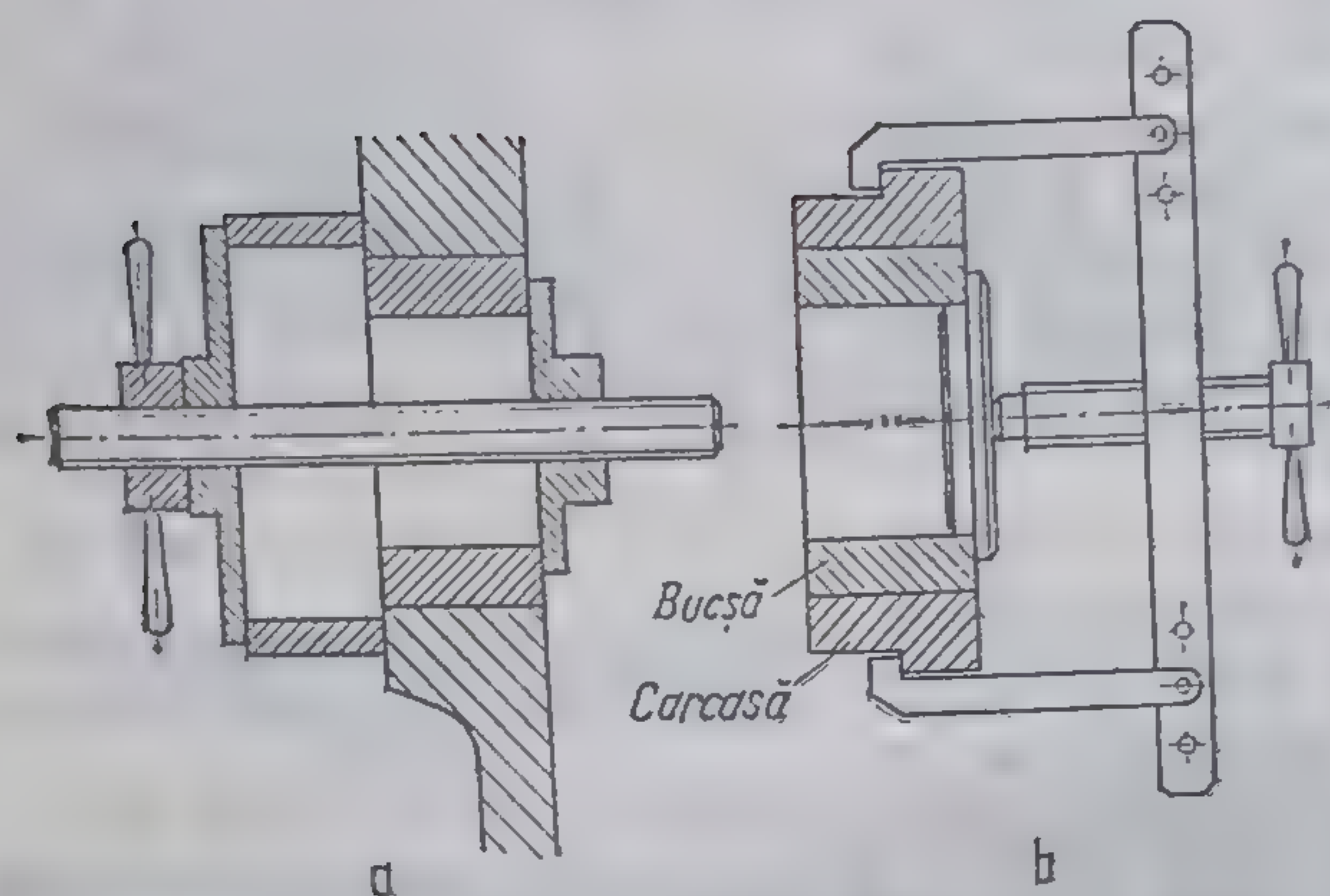


Fig. 24.6. Demontarea lagărelor și bușelor cu ajutorul preselor manuale.

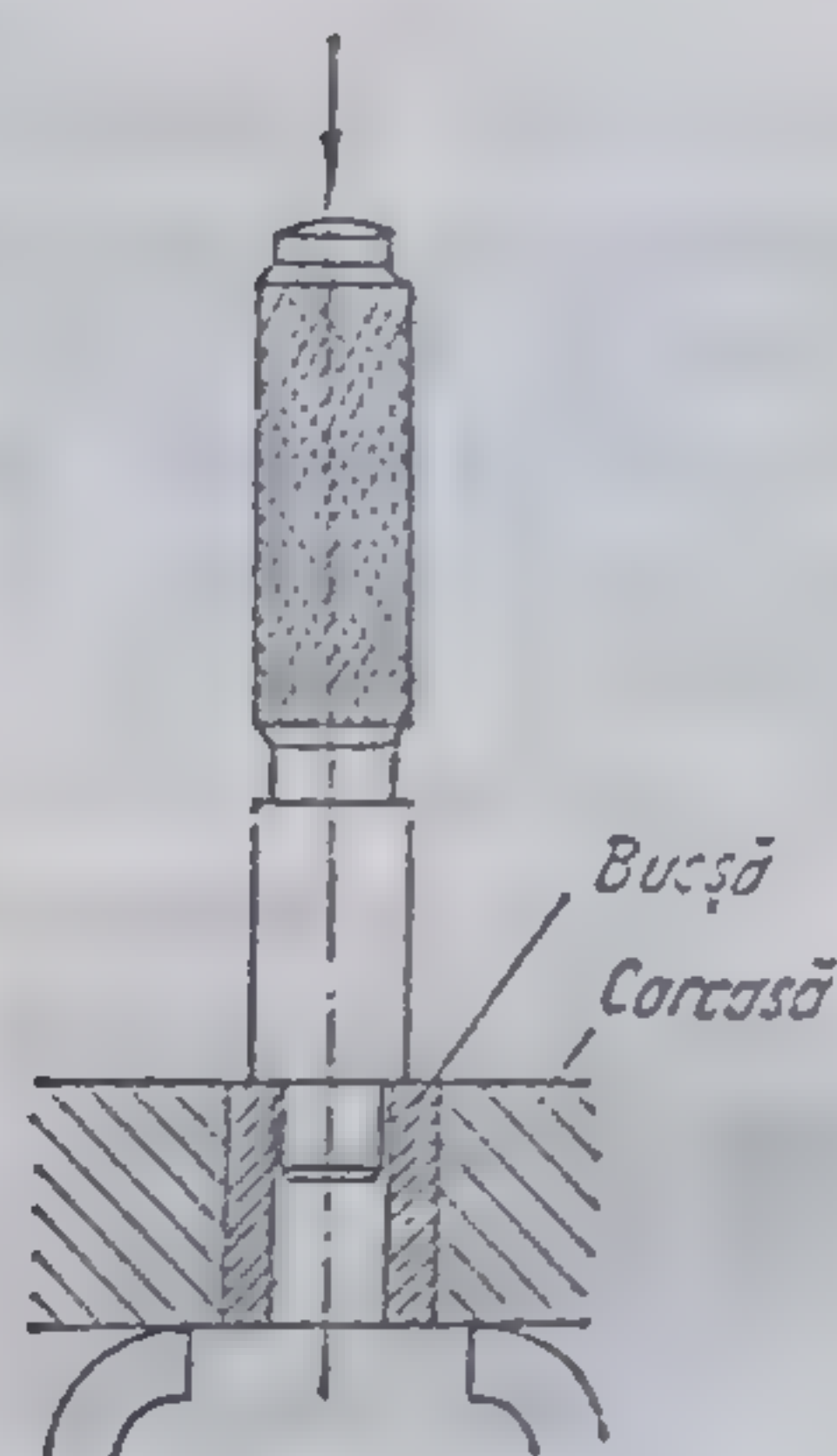


Fig. 24.7. Demontarea bușelor cu ajutorul dornurilor.

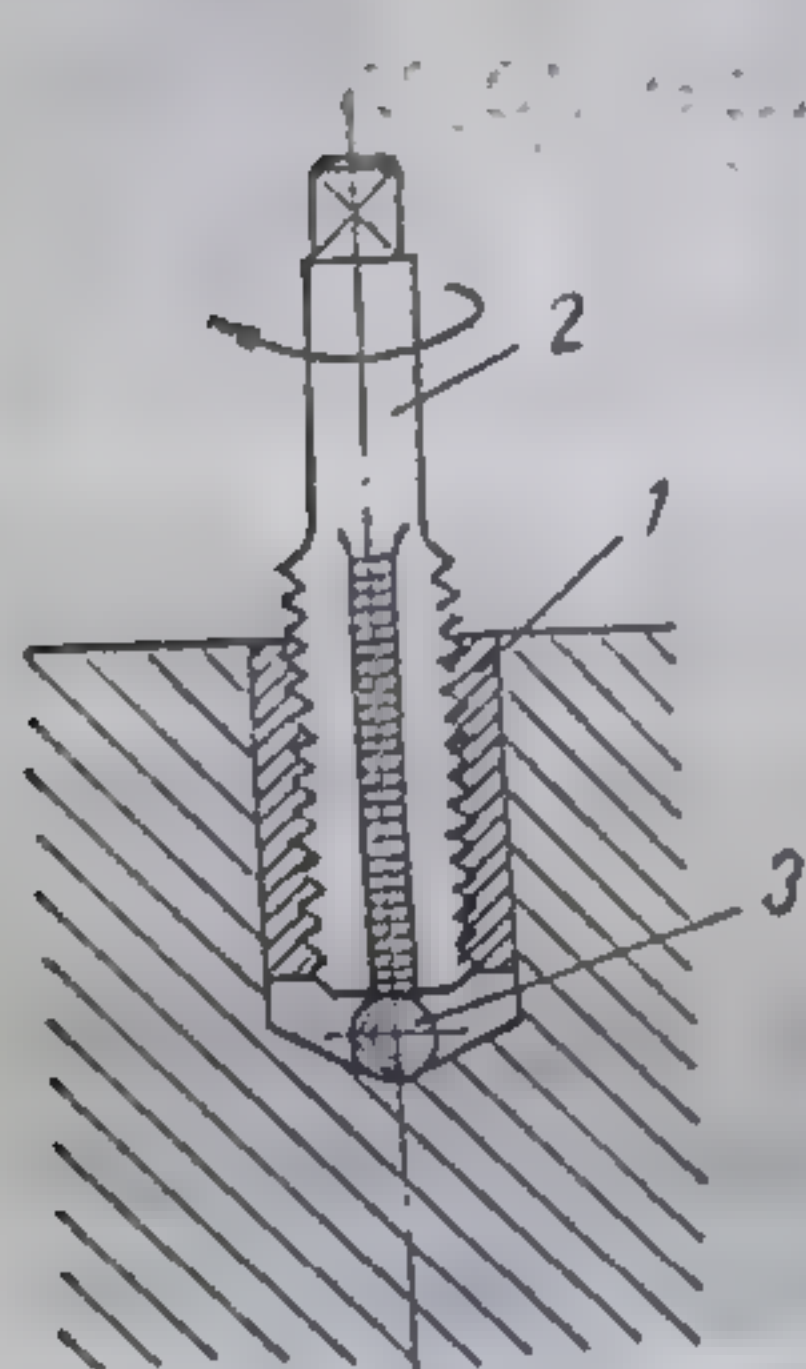


Fig. 24.8. Scoaterea bușelor presate într-un alezaj înfundat.

Bucșele 1 (fig. 24.8) presate într-un alezaj înfundat se scot cu ajutorul unui tarod 2 și al unei bile de oțel 3. Extragerea se face pe măsura înșurubării tarodului, după ce acesta a venit în contact cu bila.

f. Demontarea îmbinărilor etanșe

Prin elemente cu îmbinări etanșe se înțeleg acele subansambluri sau piese care sînt acționate cu ajutorul uleiului, aerului comprimat sau apei cum sînt: pompele de toate tipurile, distribuitorii, cilindrii cu pistoane, droselele, filtrele, robinetele, conductele etc. Demontarea lor trebuie făcută după ce fluidul a fost scos din rezervorul mașinii. Demontarea se face întotdeauna de sus în jos, fără a forța sau lovi cu ciocanul piesele respective. Urmele de ciocan aplicate direct duc la deformarea alezajelor și respectiv la pierderea etanșeității piesei. Manșoanele de cauciuc pentru etanșare (simeringuri) vor fi scoase cu scule corespunzătoare pentru a nu le deteriora suprafața activă de etanșare în cazul cînd ele mai sînt folosite.

g. Demontarea instalației electrice

Instalația electrică a unei mașini, utilaj sau instalație se compune din: motoarele electrice, panouri cu aparatură electrică, conductoarele electrice, lămpile de iluminat etc. Demontarea trebuie făcută cu atenție pe grupe, întocmind, acolo unde este cazul, o schemă a instalației și înscrisiționînd fiecare conductor sau aparat.

Demontarea instalațiilor electrice se va face numai de către personal instruit în acest scop.

3. SPĂLAREA ȘI CURĂȚIREA PIESELOR

Piese se spală cu petrol, detergenți sau diferite soluții, ca de exemplu: sodă calcinată 3—5% dizolvată în apă încălzită la 60—80°C la care se mai adaugă și 3—10 g săpun la litrul de soluție, pentru o mai bună dizolvare a grăsimilor.

Procesul de spălare are trei faze: spălarea pieselor în soluția încălzită; a doua spălare în apă caldă; uscarea pieselor cu ajutorul aerului comprimat. Spălarea în petrol se face într-o baie (fig. 24.9) în care se toarnă apă pînă la nivelul sitei 2 și apoi petrol pînă acoperă piesele aflate pe sită. În felul acesta se face economie de petrol, iar noroiul spălat de petrol se depune pe fundul băii și se scoate afară odată cu apa murdară, după care se completează cu altă apă curată.

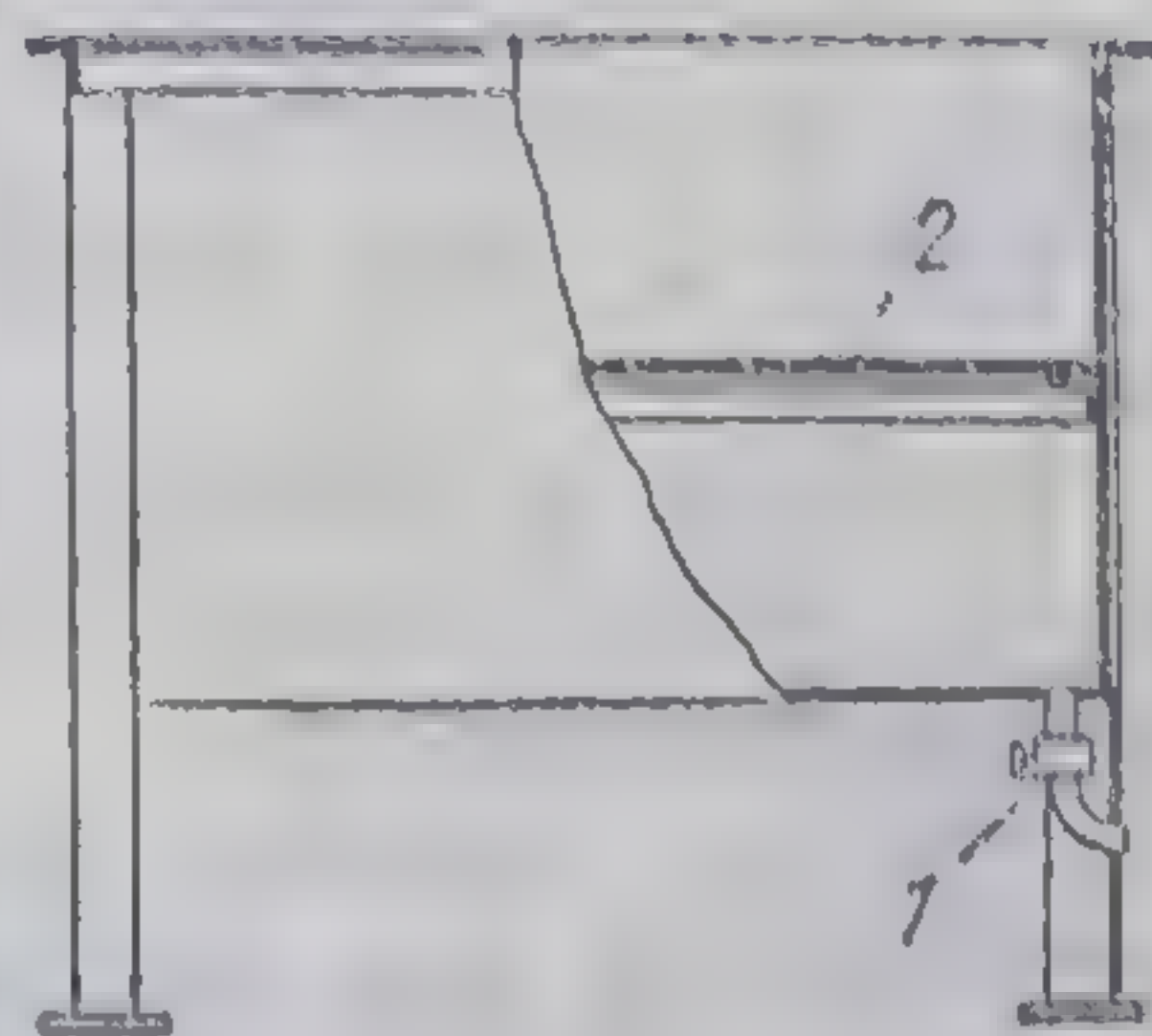


Fig. 24.9. Baie de spălat și curățit piese.

La spălarea pieselor se folosesc perii și pensule, iar la spălarea locurilor greu accesibile, pompe de sprîțuit.

Rulmenții se spală în benzină sau ulei mineral fierbinte. Spălarea în benzină se face astfel: într-un vas curat se toarnă benzină pînă ce acoperă toți rulmenții care trebuie spălați, după care se adaugă ulei mineral subțire, în procent de 6—8% din volumul de benzină. În timpul spălării, inelul interior se imobilizează, iar inelul exterior se rotește pînă cînd căile de rulare, corpurile de rulare și colivia se vor curăța complet. Dacă rulmentul este prea îmbîcsit, se spală în benzină fără a fi rotit, pînă cînd murdăria a fost îndepărtată și apoi se spală în altă benzină curată în felul arătat mai înainte.

Spălarea în ulei fierbinte se face într-o baie încălzită electric, pînă la temperatura de 80°C.

După spălare, rulmentul se usucă și apoi se unge. Ungerea se face prin rotirea lentă a rulmentului într-o baie cu ulei.

4. SORTAREA PIESELOR

După spălare și uscare, piesele se sortează în: piese bune, piese de recondiționat (reparat) sau de înlocuit și piese neutilizabile.

Sortarea se face prin constatarea stării pieselor (uzări, gripaje, deformări, avarii, abateri de la toleranțele admise etc.) și cauzele care duc la aceste stări, luînd măsuri de remediere a lor. La constatare se vor utiliza aparate de măsurat și controlat corespunzătoare. Vor fi admise ca piese bune, numai acelea care se încadrează strict în prescripțiile din documentația mașinii.

Pentru piesele care necesită recondiționări, tehnologul care face constatarea întocmește o schiță în care va arăta prin linii groase locul ce trebuie reparat, modul de recondiționare și cotele la care trebuie obținută piesa, după recondiționare.

Odată cu întocmirea schiței se va trece în foaia de constatare natura defectului, modul de rezolvare și numărul de ordine al schiței sau desenului.

Înlocuirea pieselor deteriorate cu altele noi se face tot pe baza constatării și măsurărilor pieselor vechi, întocmind pentru fiecare în parte o schiță și apoi un desen în care se vor trece toate cotele și datele necesare.

Trebuie înlăturată practica de a se executa piese noi, dînd ca model piesa veche. Acest lucru duce la obținerea unei piese de la început necorespunzătoare.

Pentru stabilirea precisă și corectă a cotelor și datelor necesare recondiționării sau execuției de piese noi, sînt necesare măsurări și asupra altor piese cu care se împerechează.

5. TRANSPORTUL PIESELOR ȘI SUBANSAMBLURILOR

Prin repararea pieselor grele și a unor subansambluri, este necesară transportarea acestora în atelierul de reparat sau la diferite mașini în vederea prelucrării. Transportarea se face cu ajutorul mecanismelor de ridicat și transportat adecvate.

Piese de dimensiuni reduse se transportă în cutii de lemn prevăzute cu despărțituri pentru a le separa și a evita deteriorarea lor prin lovire. Rulmenții noi ce urmează a se înlocui se transportă în cutiile lor de carton și nu se desfac din ambalaj decît în momentul montării. Aceasta se va aplica și în cazul altor piese de schimb care sînt livrate cu ambalaj propriu.

Roțile dințate sînt transportate pe tăvi prevăzute cu cepuri pentru așezare.

Suprafețele rectificate și tușate se protejează în timpul transportului lipind pe ele bucăți de hîrtie groasă cu vaselină sau cu bucăți de pîslă.

Transportul subansamblurilor grele, precum și a mașinilor și utilajelor după reparare se face conform celor prezentate în subcap. 3.1 „Transportul mașinilor și utilajelor” din manualul de clasa a XI-a.

VERIFICAREA CUNOȘTINȚELOR

1. Care sînt lucrările ce se efectuează la primirea mașinilor, utilajelor și instalațiilor în vederea reparării?
2. Să se indice metodele de demontare a mașinilor, utilajelor și instalațiilor și modul în care se realizează.
3. Să se explice modul în care se procedează la demontarea organelor filetate de tipul șuruburilor, prezoanelor, piulițelor.
4. Care este modul de demontare al diferitelor tipuri de rulmenți, evidențiindu-se și tipurile de dispozitive folosite în acest scop?

CAPITOLUL 25

REPARAREA PIESELOR COMPONENTE ȘI A MECANISMELOR DE TRANSMITERE A MIȘCĂRII DE ROTAȚIE

1. REPARAREA ARBORILOR ȘI OSIILOR

În timpul exploatării, la arbori și osii pot apărea următoarele defecțiuni: deformații remanente (încovoieri, torsionări), fisurări, uzarea unor tronsoane cilindrice (ale fusurilor pentru rulmeți, pentru lagăre sau pentru alte ajustaje), deteriorarea orificiilor de centrare, a filetelor, a îmbinărilor cu pană sau a canelurilor etc.

Metoda de reparare a arborilor se alege în funcție de natura defectului, materialul, dimensiunile, abaterile (toleranțele) de la valorile stabilite și de posibilitățile atelierului de reparații.

Înainte de reparare arborele este supus unui control defectoscopic cu scopul detectării eventualelor crăpături sau fisuri ascunse.

În lipsa defectoscopului, controlul poate fi făcut cu praf de cretă în felul următor:

Se amestecă cu apă puțin praf de cretă, pînă ce se obține o pastă semilichidă. Apoi cu o pensulă se întinde pasta pe întregul arbore, în special la umerii fusurilor unde defectul apare frecvent. Încălzind arborele cu o flacără, uleiul din crăpături sau fisuri va lăsa urme uleioase pe stratul de cretă indicînd în acest fel defectul. Se controlează poziția corectă și starea orificiilor de centrare, care sînt bazele tehnologice ale arborelui respectiv, și se repară dacă este necesar, pe strung sau mașini de burghiat-centruit cu burghiul de centrare sau cu pietre de rectificat.

După aceea, se verifică încovoierea care se realizează prin așezarea arborilor pe prisme, între vîrfurile unui dispozitiv special sau între vîrfurile unei mașini-unelte (strung sau mașină de rectificat), cu ajutorul comparatoarelor cu cadran. Arborii așezați pe lagăre cu alunecare, a căror încovoiere depășește valoarea jocului de montaj, trebuie îndreptați.

Arborii încovoiți se îndreaptă cu sau fără preîncălzire. Îndreptarea la rece se efectuează pe prisme sau într-un dispozitiv special, prin presare, în sens contrar încovoierii, cu o săgeată de 2—3 ori mai mare decît curbura inițială.

În timpul îndreptării arborilor, nu se admit lovituri sau încovoieri bruște, deoarece acestea pot produce mai tîrziu deformări din cauza tensiunilor interne repartizate neuniform la îndreptare; de asemenea, arborii nu trebuie să rămînă cu zgîrieturi și urme de la dispozitivul de îndreptat etc.

Arborii cu diametrul mai mare de 50 mm se îndreaptă numai la cald. În caz de uzare sau alte defecte la fusurile sau pivoții arborilor, recondiționarea se face prin: rectificare, cromare, acoperire cu fier, metalizare, bușare sau prin sudură.

a. Repararea prin rectificare

Aceasta se aplică la arborii care lucrează în lagăre cu alunecare și prezintă ovalități, conicități, fisuri superficiale, urme fine de gripaj, care nu depășesc 0,25 mm pe rază.

Rectificarea se execută pe mașini de rectificat rotund și, în caz extrem, pe strung, cu dispozitive speciale de rectificat.

Fusurile sau pivoții arborilor mașinilor de mare precizie, după rectificare se superfinisează (rodează).

b. Repararea prin cromare

Acest gen de reparare constă din completarea dimensiunilor arborelui cu un strat de crom în locul unde uzarea depășește limitele prescrise de toleranțe.

Repararea poate fi aplicată local sau total, la toți arborii cu excepția arborilor principali ai mașinilor-unelte rapide.

La repararea prin cromare, importantă este succesiunea operațiilor de pregătire a pieselor:

- prelucrarea prin strunjire sau rectificarea la dimensiunea impusă de grosimea stratului de crom care urmează a fi depus pe porțiunea respectivă (nu mai gros de 0,3 mm);

- lustruirea cu pânză abrazivă fină și apoi cu pastă de rodat (oxid de crom etc.) executată manual pe strung.

Pe suprafața lustruită nu trebuie să se observe rizuri sau zgîrieturi.

De modul cum este lustruită piesa, depinde calitatea stratului de crom depus.

Părțile din arbore, care nu necesită cromare, se izolează. Urmează apoi: pregătirea băii, executarea anozilor, degresarea și spălarea cu apă rece a piesei, asperizarea, introducerea piesei în baia de crom, cromarea, scoaterea din baie, spălarea piesei cu apă caldă, controlul grosimii și durității stratului de crom depus, detensionarea la 180—200°C și control după detensionare.

c. Repararea prin acoperire cu fier

Acoperirea părților uzate cu un strat de fier depus pe cale electro-litică poate înlocui cu succes cromajul dur, iar grosimea stratului de fier poate atinge chiar 5 mm. În plus, stratul de fier poate fi supus tratamentului termic.

Operația de acoperire este destul de simplă și ieftină, iar rezultatele obținute sînt asemănătoare cu cele ale cromării.

Dacă în băile de acoperire se adaugă zahăr și glicerină, fierul depus are o suprafață lucioasă și o duritate înaltă.

d. Repararea prin metalizare

Metalizarea este un procedeu de încărcare ce constă în proiectarea metalului topit prin pulverizare pe suprafața de acoperit, folosind un jet puternic de aer sau gaze.

Procedeul de metalizare prin pulverizare constă în: topirea metalului de adaos; pulverizarea metalului în particule fine și proiectarea particulelor pe suprafața de metalizat; fuzionarea — în cazul metalizării cu pulberi.

Topirea metalului de adaos se face prin mai multe procedee, și anume:

- topirea cu arc electric, în care arcul electric se formează între două sîrme care constituie materialul de adaos, sîrmele fiind legate la polii unui generator electric de c.c. sau c.a. și care au o mișcare de avans una spre alta;

- topirea cu flacără (cel mai vechi procedeu), folosindu-se flacăra oxiacetilenică sau flacăra altor gaze, ca propanul, butanul, hidrogenul, gazul metan etc.;

- topirea prin căldura produsă de curenți de înaltă frecvență.

Metalizarea cu arc electric este economică avînd productivitate mare (de 6 ori mai mare decît în cazul metalizării oxiacetilenice), iar straturile obținute au un procent redus de oxizi cu aderență mai mare.

Pulverizarea metalului topit în particule și proiectarea acestora pe suprafața piesei se realizează cu aer comprimat.

Particulele antrenate de aerul comprimat întîlnesc suprafața de metalizat cu suficientă plasticitate, se deformează și se ancorează în rugozitățile suprafeței, obținîndu-se o fixare mecanică și formîndu-se un prim strat de metal pulverizat. Straturile următoare se fixează și mai puternic, cu o aderență mai mare, din cauza porozității mai pronunțate a primului strat.

Acest procedeu se aplică arborilor care prezintă uzări mari (diametrul în porțiunea respectivă s-a micșorat cu 0,5—2 mm, pentru cei cu lagăre cu alunecare și pînă la 0,5 mm, pentru cei pe rulmenți). Metalizarea se execută cu aparate speciale de metalizat și constă din: strunjirea porțiunilor respective la dimensiunea dinainte stabilită, filetare, protejarea suprafețelor pregătite, metalizare, strunjire și rectificarea după metalizare, controlul calitativ și dimensional al stratului și impregnarea cu ulei.

Modul de pregătire al arborelui pentru metalizare influențează calitatea și durabilitatea stratului metalizat. De aceea, atenția trebuie îndreptată de la început asupra spălării și decapării de ulei sau alte ingrediente. Spălarea se face cu benzină de extracție curată și apoi cu acetonă tehnică pentru îndepărtarea oricăror urme de grăsime. Piese cu ulei se expun la flacăra unui arzător cu gaze pentru a se elimina uleiul din porii metalului.

Strunjirea porțiunii respective se face în funcție de grosimea stratului ce trebuie obținut prin metalizare. În general, el variază între 1 și 5 mm pe rază. Porțiunea strunjită se va racorda la capete (fig. 25.1). Raza de racordare va fi de 2—4 mm la ambele capete, avînd grijă să se păstreze o porțiune de circa 3 mm la fiecare capăt.

În toate cazurile de reparări prin metalizare pe porțiunea care se metalizează se execută un filet sau se aplică o înfășurare cu sîrmă. File-

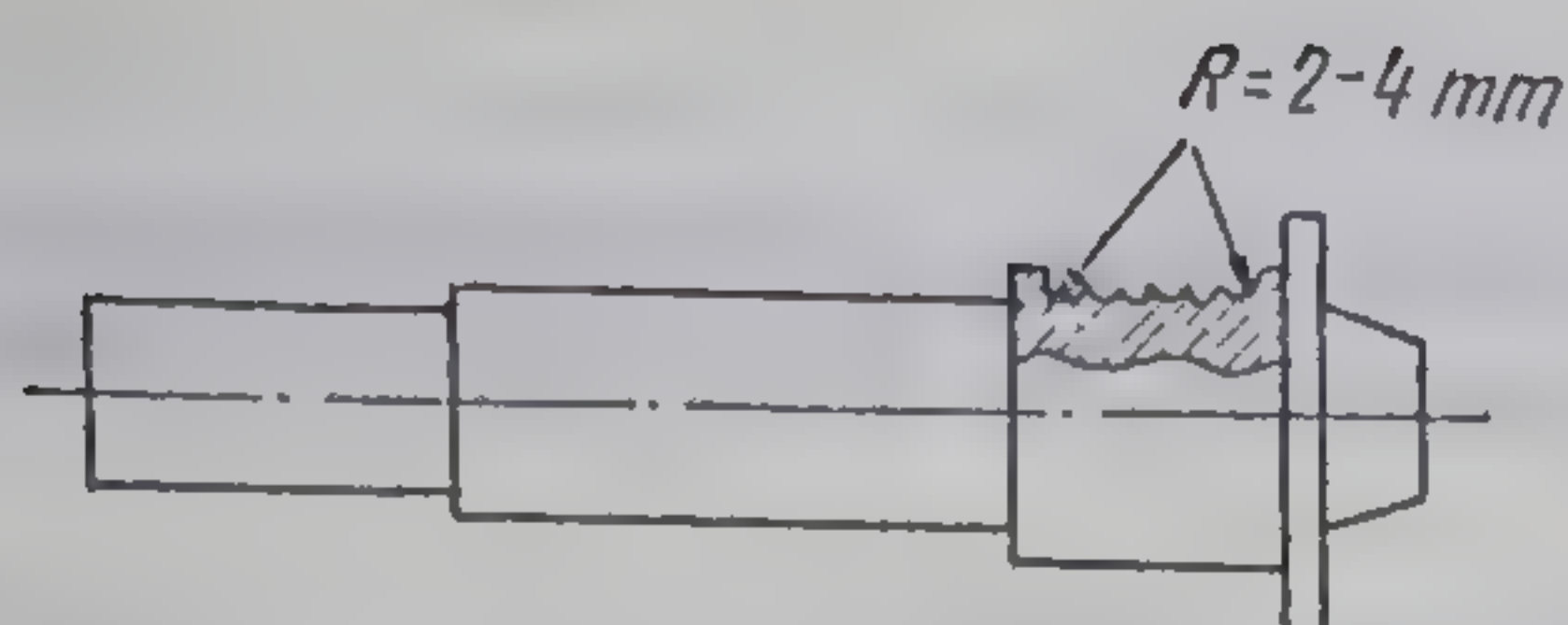


Fig. 25.1. Pregătirea unui arbore pentru metalizare.

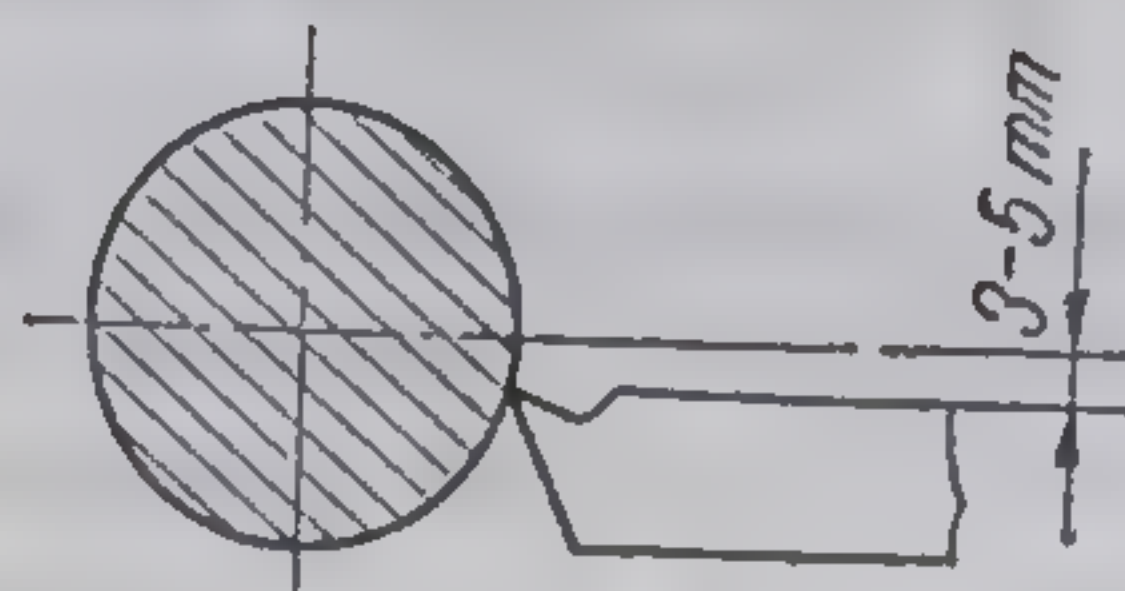


Fig. 25.2. Poziția cuțitului la executarea suprafeței filetului necesare metalizării.

tul trebuie să aibă următoarele caracteristici: pasul de la 1 pînă la 1,5 mm; adîncimea de la 0,5 pînă la 0,8 mm; unghiul profilului de 55°; raza de fund 0,2 mm.

Filetul se execută dintr-o singură trecere fără răcire și trebuie să fie cît se poate de rugos. Acest lucru se obține prin așezarea cuțitului cu 3—5 mm sub axa de rotație a arborelui (fig. 25.2) și scos mult în consolă pentru a favoriza o ușoară vibrație în timpul strunjirii.

Pentru oțeluri îmbunătățite sau cementate se vor utiliza cuțite de strung prevăzute cu plăcuțe din carburi metalice.

Dacă metalizarea nu se execută într-un timp de maximum o oră, porțiunea pregătită se învelește cu hîrtie curată pentru a împiedica pătrunderea murdăriei, umidității și în special a uleiului.

După terminarea metalizării, arborele trebuie răcit lent pentru a înlătura posibilitatea creării de tensiuni interne în stratul metalizat. Pentru răcire, se folosește o bucată de pîslă de 3—4 mm grosime cu care se înfășoară porțiunea metalizată.

Pentru a se obține dimensionarea nominală exactă, după depunerea metalului pulverizat, suprafețele se supun unor prelucrări mecanice. Frecvent suprafețele metalizate se prelucurează prin: strunjire, rectificare etc.

Stratul metalizat se strunjește de obicei cu cuțite cu plăcuțe din carburi metalice cu rază la vîrf, bine ascuțite, cu un avans de așchiere de 0,15—0,3 mm/rot și viteză de așchiere de 10—15 m/min. Adaosul de rectificare după strunjire va fi de 0,5 mm pe diametru.

Rectificarea se execută după 24 de ore de la metalizare, în caz contrar porii stratului se astupă, reducîndu-se volumul în care pătrunde uleiul pentru ungere.

Stratul metalizat se supune unui control al durității, care, în condițiile de atelier, se execută prin trecerea unei pile late pe suprafața metalizată și pe suprafața unui etalon cu duritate cunoscută, după care se verifică aderența acestuia prin ciocănire cu un ciocan ușor. Un sunet plin, metalic, la lovire, indică o aderență bună, pe cînd unul sec arată că există zone fără aderență. Fisurile și uniformitatea stratului metalizat se verifică cu o lupă. După acest control, stratul metalizat se îmbibă cu ulei, timp de 5—6 h într-o baie cu ulei încălzit la 70—80°C.

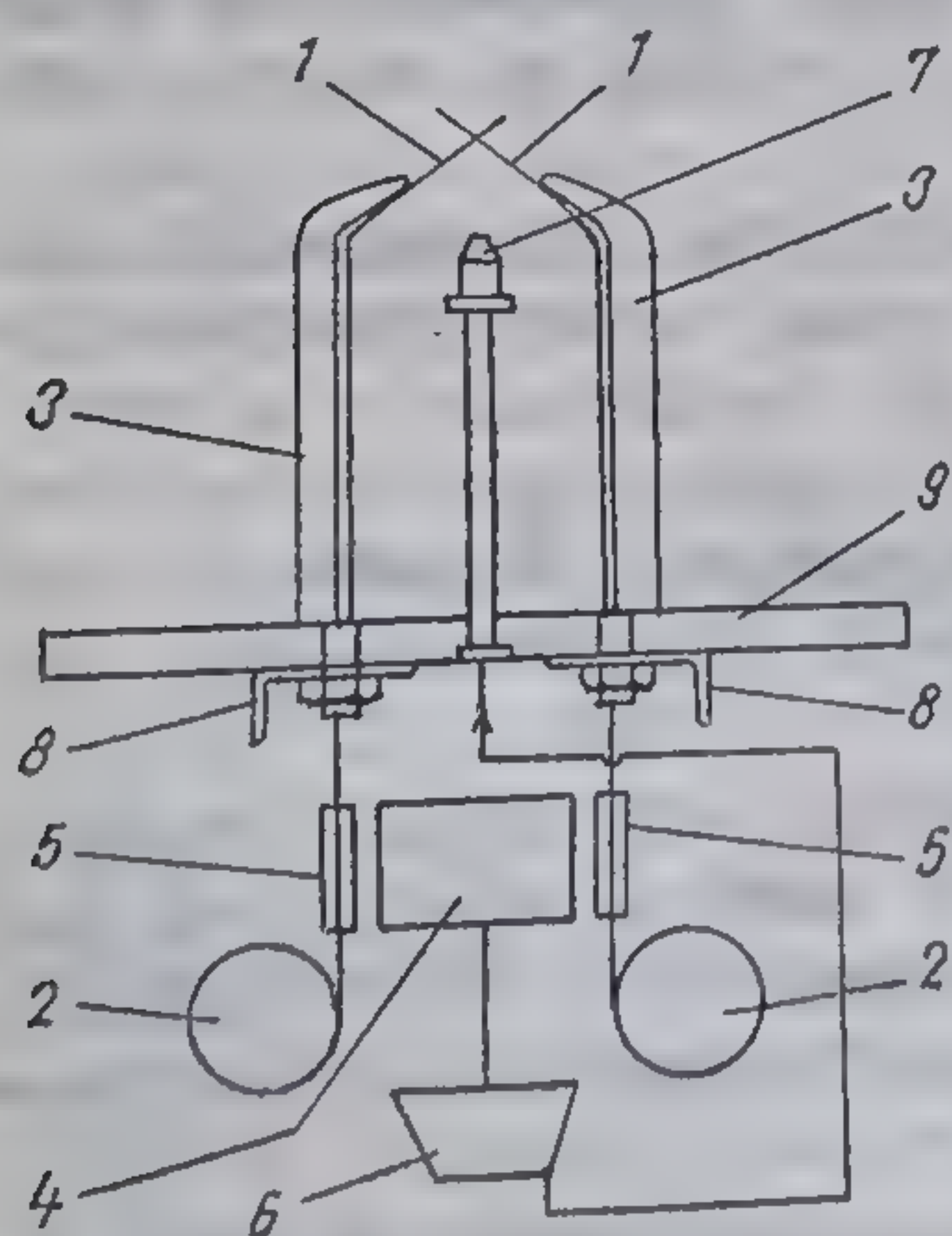


Fig. 25.3. Schema instalației de metalizare cu arc electric.

Instalațiile de metalizare frecvent folosite sînt: instalațiile de metalizare cu arc electric, instalațiile de metalizare cu plasmă și instalațiile de metalizare cu flacără oxiacetilenică.

1) *Instalațiile de metalizare cu arc electric* funcționează după următorul principiu: două sîrme 1 (fig. 25.3) înfășurate pe bobinele 2 constituind materialul de aport, avansează prin ghidajele 3 continuu și uniform datorită mecanismului de avans 4 și rotelor de antrenare 5, întîlnindu-se în punctul P unde se formează arcul electric. Aerul comprimat de la generatorul 6 trimis prin duza 7 pulverizează metalul topit de arcul electric și îl proiectează pe suprafața ce urmează a se încălzi; 8 și 9 reprezintă bornele și respectiv placa din material izolant.

Prin topirea metalului, arcul electric se întrerupe și se formează din nou prin avansul sîrmelor, avînd un caracter periodic, cu secvențe de topire a metalului de aport, urmate de întreruperi. Numărul întreruperilor poate fi pînă la 100/s, fiind diferite în cazul curentului continuu față de cel alternativ. În ambele cazuri, arcul electric se stabilizează, curentul continuu fiind mai favorabil stabilizării arcului și formării de straturi omogene.

2) *Instalațiile de metalizare cu plasmă* pot fi cu aport de pulberi. În figura 25.4 este prezentată o instalație cu plasmă cu aport de pulberi.

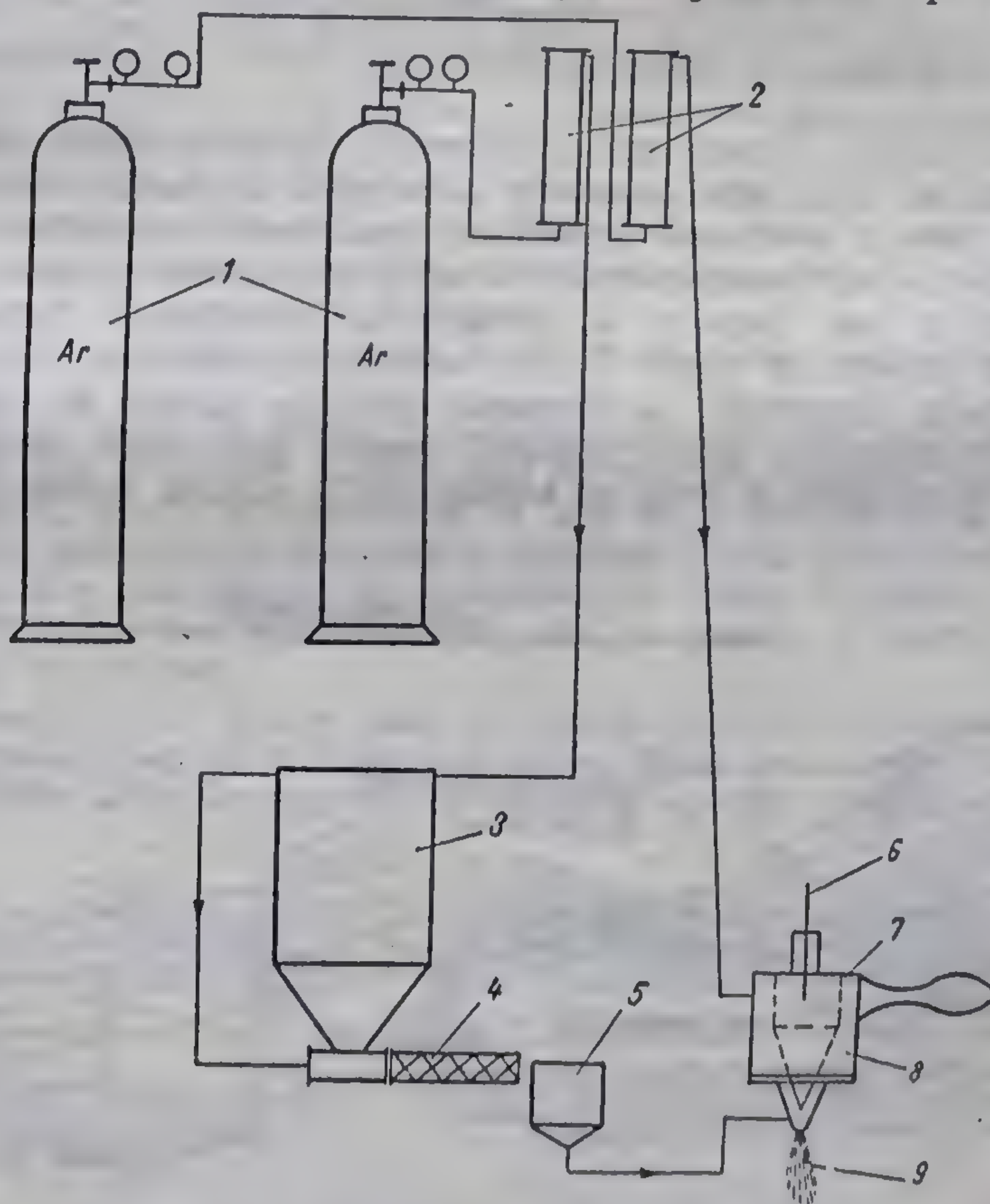


Fig. 25.4. Schema instalației de metalizare cu plasmă cu aport de pulberi.

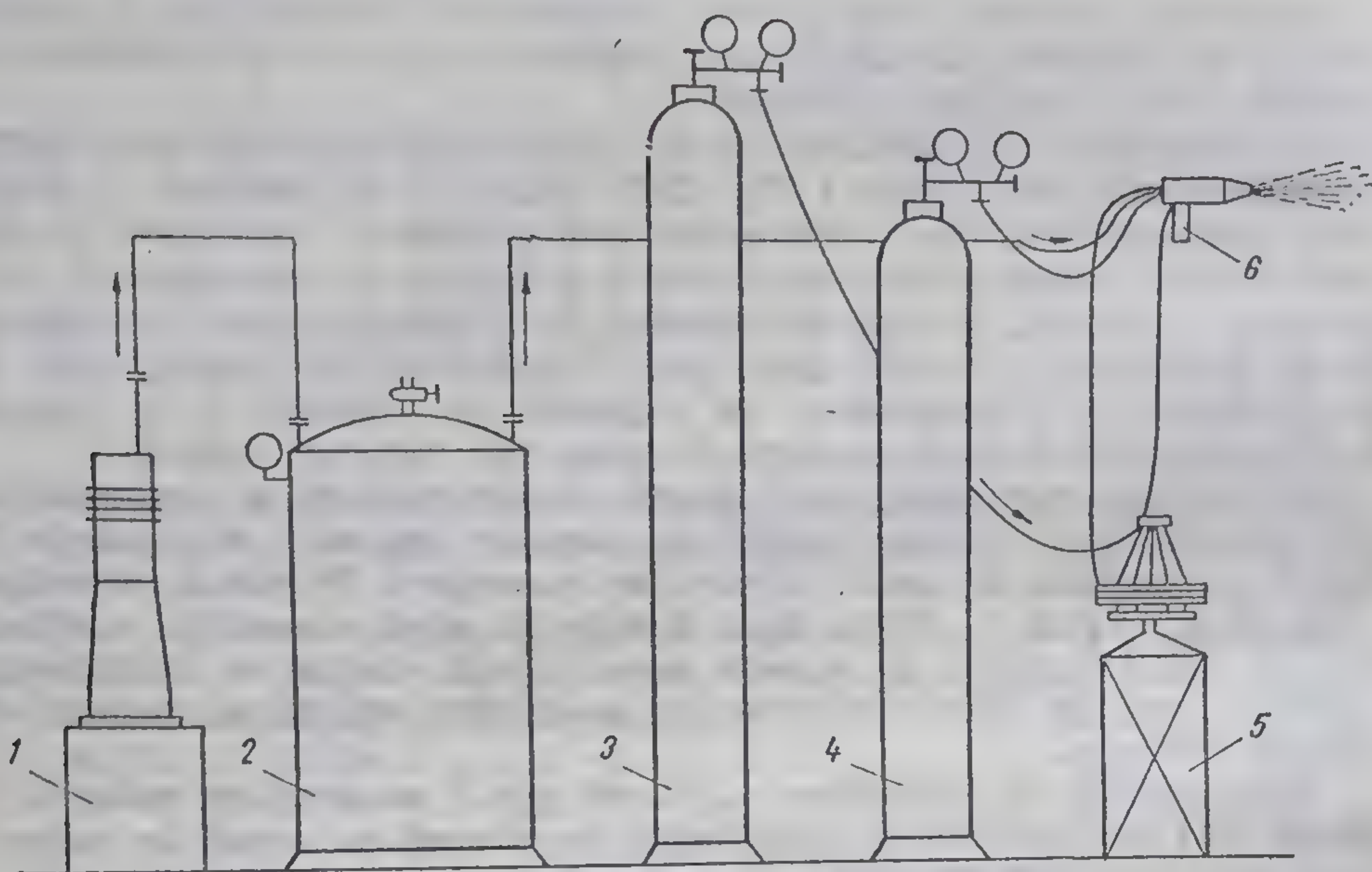


Fig. 25.5. Schema instalației de metalizare cu flacără oxiacetilenică.

Argonul din butelia 1 trece prin rotametrele 2, cu ajutorul cărora se măsoară debitele. Unul din rotametre este legat la pistolul de generat plasma, iar celălalt debitează argonul în containerul de pulbere 3. De aici, prin intermediul transportorului cu melc 4, pulberea ajunge în vasul de afinare 5 și mai departe la pistolul de metalizare. Catodul de wolfram 6 și anodul de cupru 7 sînt montați în mantaua pistolului 8. După conectarea curentului se formează jetul de plasmă 9. Principiul de lucru este următorul: gazul (argonul), trecînd prin arcul electric care se formează între catod și anod, se transformă în plasmă. Pulberea meta-

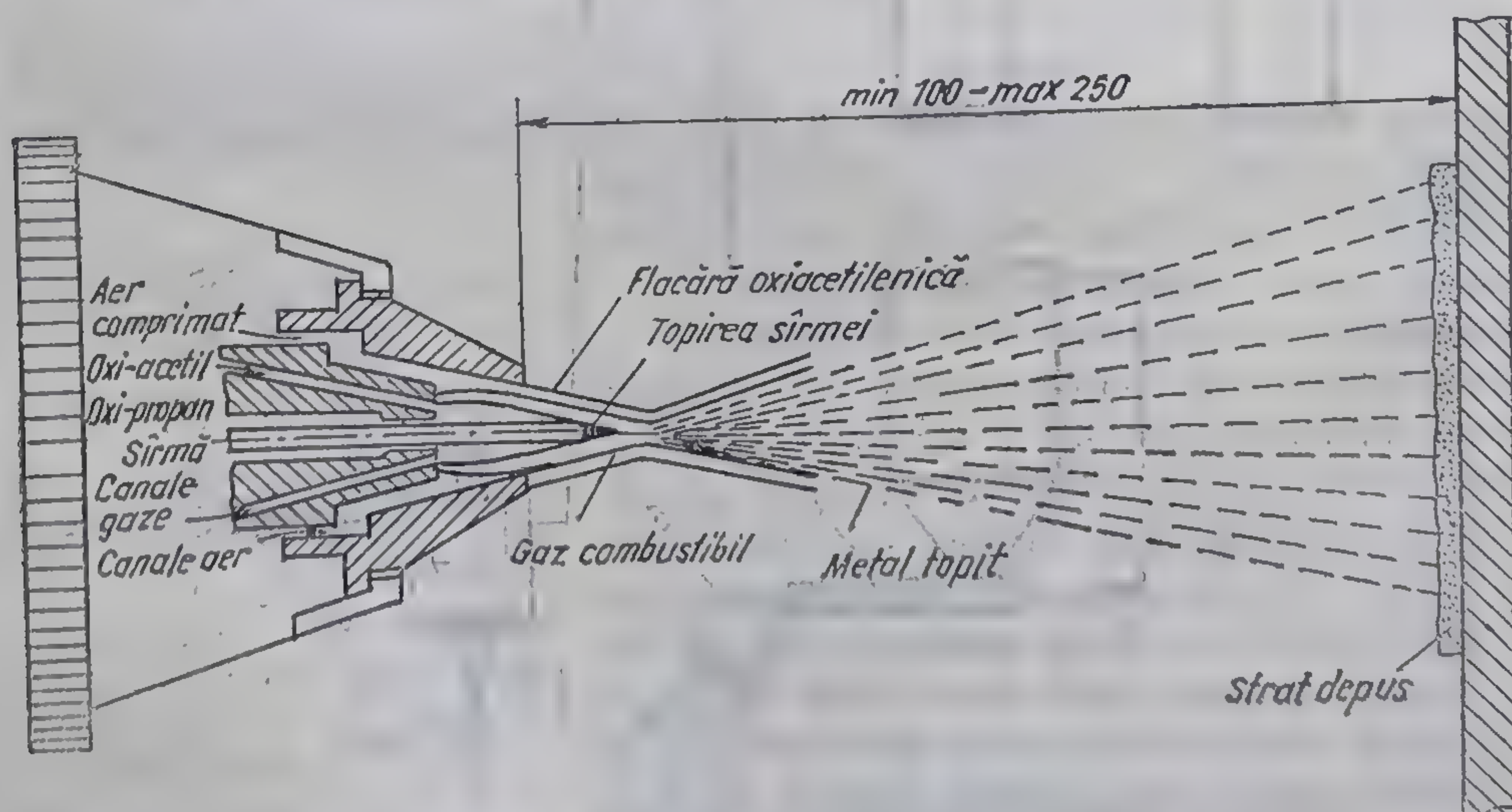


Fig. 25.6. Schema pulverizării la metalizarea cu sîrmă și flacără oxiacetilenică.

lică introdusă în ajutor este antrenată de plasmă, și, în stare de incandescentă, este proiectată pe suprafața ce se metalizează.

3) *Instalațiile de metalizare cu flacără oxiacetilenică* utilizează o sursă termică rezultată din arderea în oxigen a unui gaz combustibil, în general acetilenă. Aerul este luat de la rețeaua de aer comprimat sau este produs de către compresorul 1 (fig. 25.5) prin intermediul rezervorului 2. Acetilena dizolvată este luată din butelia 3, iar oxigenul necesar arderii din butelia 4. Colacul de sîrmă de aport este așezat pe vîrtelnița 5, de unde sîrma alimentează arzătorul de pulverizare 6.

Materialul de aport este trecut prin interiorul flăcării. Picăturile de metal, care se formează continuu în zona de topire, sînt antrenate de curentul de aer ce înconjoară flacăra, fiind pulverizate (fig. 25.6).

e. Repararea prin bușare

Acest gen de reparare este indicat la arborii lungi și groși care nu pot fi reparați prin alte procedee. Ea constă din presarea unei bușe din oțel tratată termic, pe fusul respectiv.

Dimensiunile fusului arborelui și al interiorului bușei trebuie să asigure o strîngere cît mai bună. Înainte de presare, bușa trebuie încălzită într-o baie de ulei pînă la temperatura de 180—200°C. După presare, exteriorul bușei se prelucrează prin strunjire, rectificare și rodare la dimensiunile prescrise.

Pereții bușei nu trebuie să fie prea subțiri, iar duritatea ei după tratamentul termic trebuie să se încadreze între 42—52 HRC pentru arbori care lucrează în condiții ușoare sau obișnuite și 50—62 HRC pentru cei care lucrează în condiții grele.

Fusurile arborilor cotiți se bușează cu bușe secționate, fixate prin sudare.

Alezajul conic al arborelui principal în cazul unei uzări mici, poate fi reparat prin rectificare, nedemontat de pe mașina respectivă. Cînd uzarea este mare, conul se strunjește în așa fel încît vîrfurile de centrare să pătrundă peste limita care indică lungimea lui de lucru, apoi se rectifică. La strunjire este indicat să se execute în arbore la partea superioară a conului o degajare cilindrică (fig. 25.7, a) pentru o fixare mai bună a vîrfurilor de centrare.

Alezajul conic foarte uzat se repară prin introducerea unei bușe intermediare care se fixează prin lipire. Bușa conică are un alezaj interior conic, care corespunde cu numărul conului vîrfurilor care se utili-

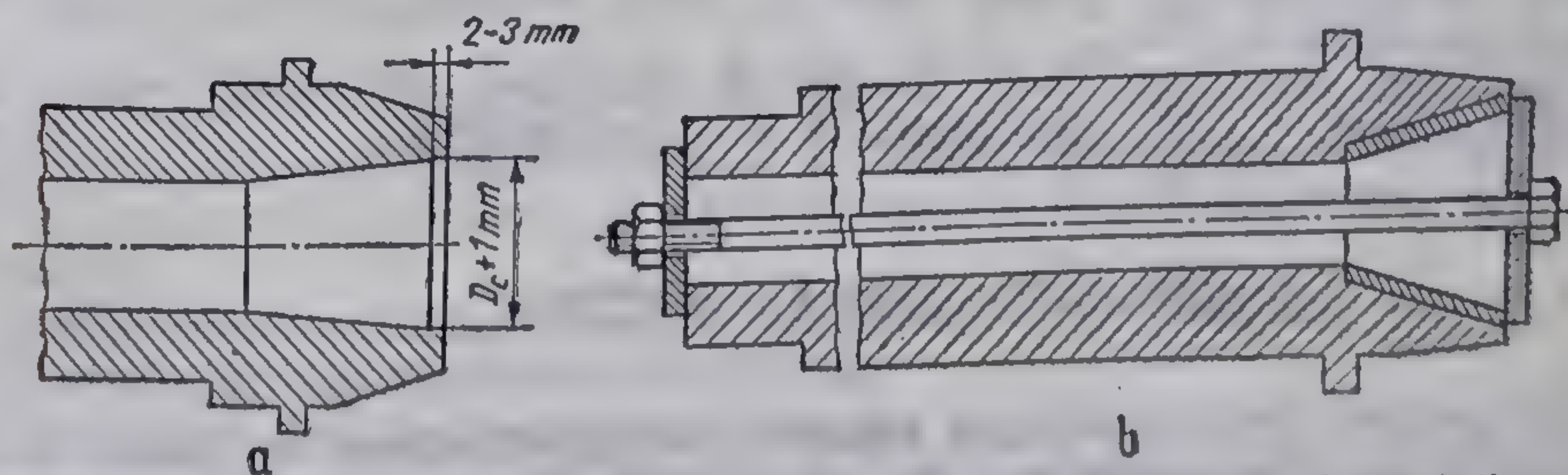


Fig. 25.7. Repararea alezajelor conice în arborele principal al mașinilor-

a — prin strunjire și rectificare; b — prin bușare.

zează. Apoi se cimentează pe adîncimea de 0,5—0,8 mm și după ungere cu un adeziv ca: Solidol, Epodur etc., se presează în alezajul conic al arborelui principal cu ajutorul unui șurub de strîngere ce trece prin arborele principal (fig. 25.7, b). Înainte de presare, alezajul conic se strunjește la dimensiunea bușei. După circa 24 de ore, timpul necesar pentru a face masă adezivul, se pot continua restul operațiilor de finisare.

Fusurile uzate ale arborilor canelați, ale șuruburilor conducătoare etc. se repară prin aceleași metode ca și fusurile arborilor netezi.

f. Repararea prin sudare

Procedeele de reparare prin sudare sînt numeroase, dar mai avantajoasă este sudura electrică cu electrod vibrator, din cauză că stratul de sudură ce se depune dintr-o singură trecere are o grosime de 0,8—3 mm, duritate mare și nu necesită tratament termic ulterior. Stratul încărcat prin acest procedeu aderă la metal tot atît de bine ca și sudura electrică, dar fără a încălzi zona respectivă iar deformăția piesei nu depășește 0,04 mm.

Depunerea propriu-zisă se realizează pe strung, la care se adaptează capul de depunere prin arc electric cu electrod vibrator, prinderea piesei fiind între vîrfuri sau în mandrina autocentrată a strungului.

Depunerea cu arc electric vibrator poate avea loc în aer, sub strat de flux, sub jetul unui lichid de răcire sau în mediu de gaz protector.

În vederea operației de sudare, piesa nu necesită nici o pregătire preliminară deosebită a suprafeței, în afară de îndepărtarea murdăriei și uleiului sau a ruginii care se curăță cu o perie de sîrmă sau hîrtie abrazivă. Fusurile care trebuie încărcate prin sudare, avînd rizuri mari, adîncituri, ovalități sau bătaii mai mari de 1,5 mm trebuie strunjite pînă se înlătură defectele. Găurile, canalele și canalele de pană care trebuie menținute se protejează prin astuparea cu dopuri de grafit sau cupru pînă la nivelul suprafeței piesei. Stratul de sudură se prelucurează prin strunjire și rectificare.

În ceea ce privește canalele de pană, dacă deformățiile acestora nu depășesc 15% din dimensiuni, ele se măresc prin frezare la dimensiuni standardizate imediat superioare. În cazul deformățiilor exagerate, canalul se astupă prin sudură și se frezează altul decalat de cel vechi cu 120° sau 180°.

Filetele uzate cu spire sfărîmate sau rupte, se repară prin tăierea altui filet cu dimensiuni mai mici dacă acest lucru este posibil, înlocuindu-se în acest caz piulița care va avea aceleași dimensiuni cu cea inițială în afară de filet.

Porțiunea arborelui unde inelele de etanșare (din pîslă, piele sau cauciuc) freacă trebuie bine lustruită cu pastă de rodat.

2. REPARAREA ARBORILOR COTIȚI

La arborii cotiți se uzează fusurile, care, rotindu-se în lagăre și în urma solicitărilor neuniforme, își pierd forma lor cilindrică sau capătă rizuri. De asemenea, arborii cotiți, ca urmare a suprasolicitărilor, se pot încovoia. Repararea lor este asemănătoare cu a arborilor obișnuiți, cu

deosebirea că pentru rectificarea fusurilor sînt necesare mașini speciale. Dificultatea reparării arborilor cotiți constă în centrarea lor pe mașini, astfel ca să se poată corecta abaterile de la dimensiunile inițiale.

În cazul cînd manivela unui arbore-motor (fig. 25.8) prezintă uzări, repararea necesită următoarele operații:

- se taie manivela uzată după linia A—A;
- se strunjește porțiunea 4 a arborelui 1 pentru fretarea brațului de manivelă 3;
- se strunjește noul buton de manivelă 2 cu un adaos pe rază de 2 mm și se strunjește definitiv alezajul din brațul 3 pentru fretare pe arbore;
- se fretează manivela nouă 3 pe porțiunea arborelui strunjit în acest scop;
- se prelucurează definitiv manivela.

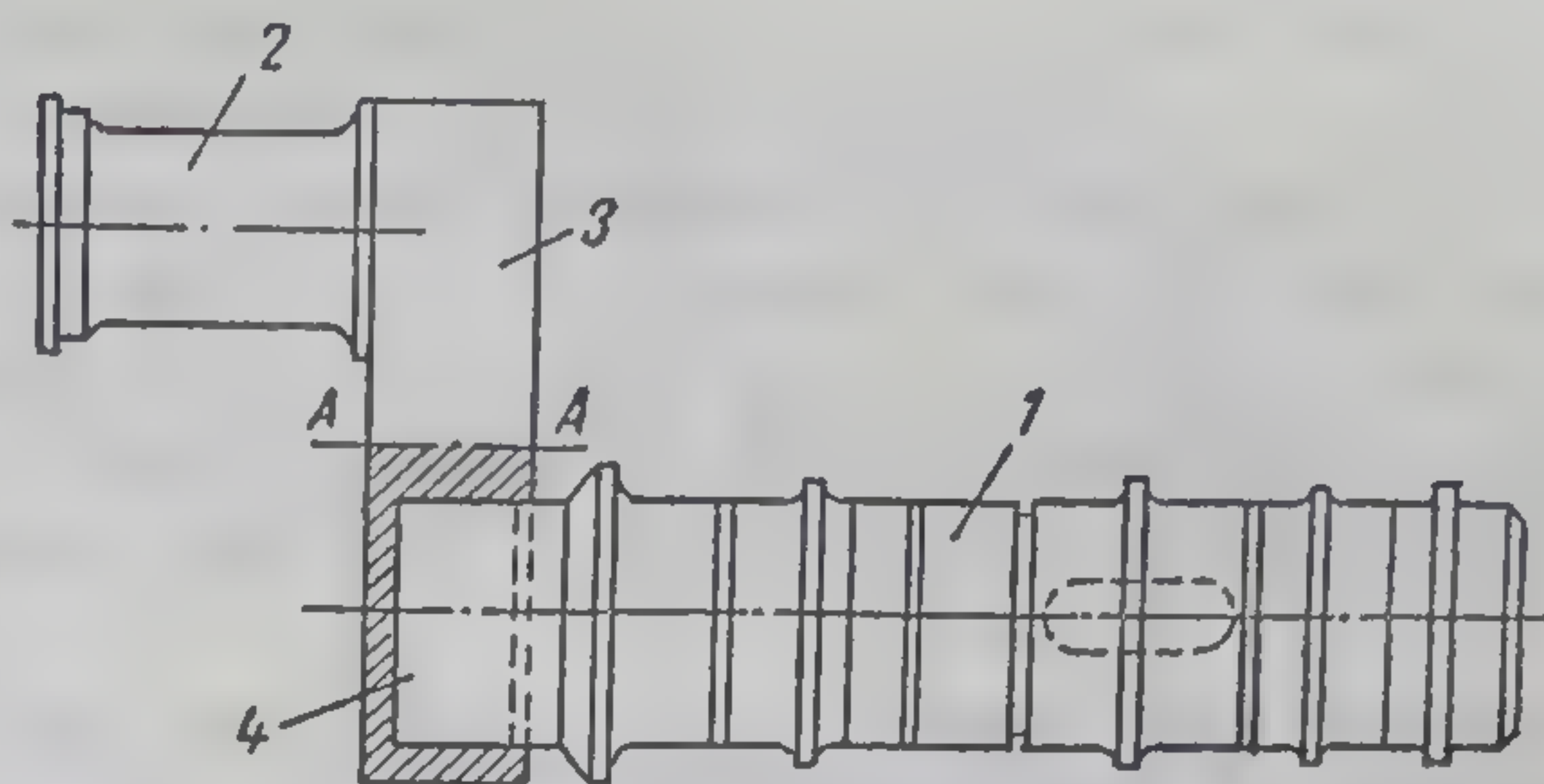


Fig. 25.8. Repararea manivelei unui arbore-motor.

3. REPARAREA LAGĂRELOR CU ALUNECARE CU CUZINEȚI ȘI CU BUCȘĂ

Lagărele cu alunecare sînt executate de obicei dintr-o bucată sau din două bucăți cu sau fără cuzineți.

Necesitatea reparării lagărelor apare în cazurile cînd: suprafețele de frecare sînt uzate și jocul dintre fus și lagăr depășește abaterea admisă sau lagărul s-a ovalizat; pe suprafețele în frecare apar urme de gripaj sau rizuri produse de lipsa de ulei, sau din cauza pătrunderii murdăriei (praf, nisip, așchii metalice etc.); stratul de aliaj antifricțiune din lagăr este exfoliat sau topit; în lagăre au apărut fisuri; lagărele s-au distrus etc.

La repararea sau înlocuirea cuzineților din lagăre trebuie avut în vedere așezarea corectă a cuzineților atît în corpul lagărului cît și pe arbore. Din această cauză, se execută operații de păsuire, la exterior și la interior. Cuzinetul se așază în locașul lui, prin ajustarea (răzuirea) suprafeței exterioare *a* și a suprafețelor inelare de sprijin *b* (fig. 25.9).

Ajustarea se controlează cu vopsea, prin rotirea sau deplasarea cuzinetului în locașul său. Ajustarea se consideră bună, dacă se obțin 6—8 pete pe o suprafață pătrată cu latura de 25 mm. Fusul arborelui se ajustează prin răzuirea fiecărui cuzinet în parte, controlat tot cu vopsea, însă în acest caz numărul de pete crește de la 12 la 20 pe aceeași suprafață.

Ajustarea se consideră bună cînd petele de vopsea sînt distribuite uniform pe întreaga suprafață a lagărului.

Operația de răzuire începe întotdeauna cu acoperirea fusului cu un strat subțire și uniform de vopsea de tușat. După aceea, cuzineții se așază pe fus sau în cazul bușelor se introduc pe arbore, rotindu-se ușor într-o parte și în cealaltă. După scoaterea de pe fus a cuzineților li se

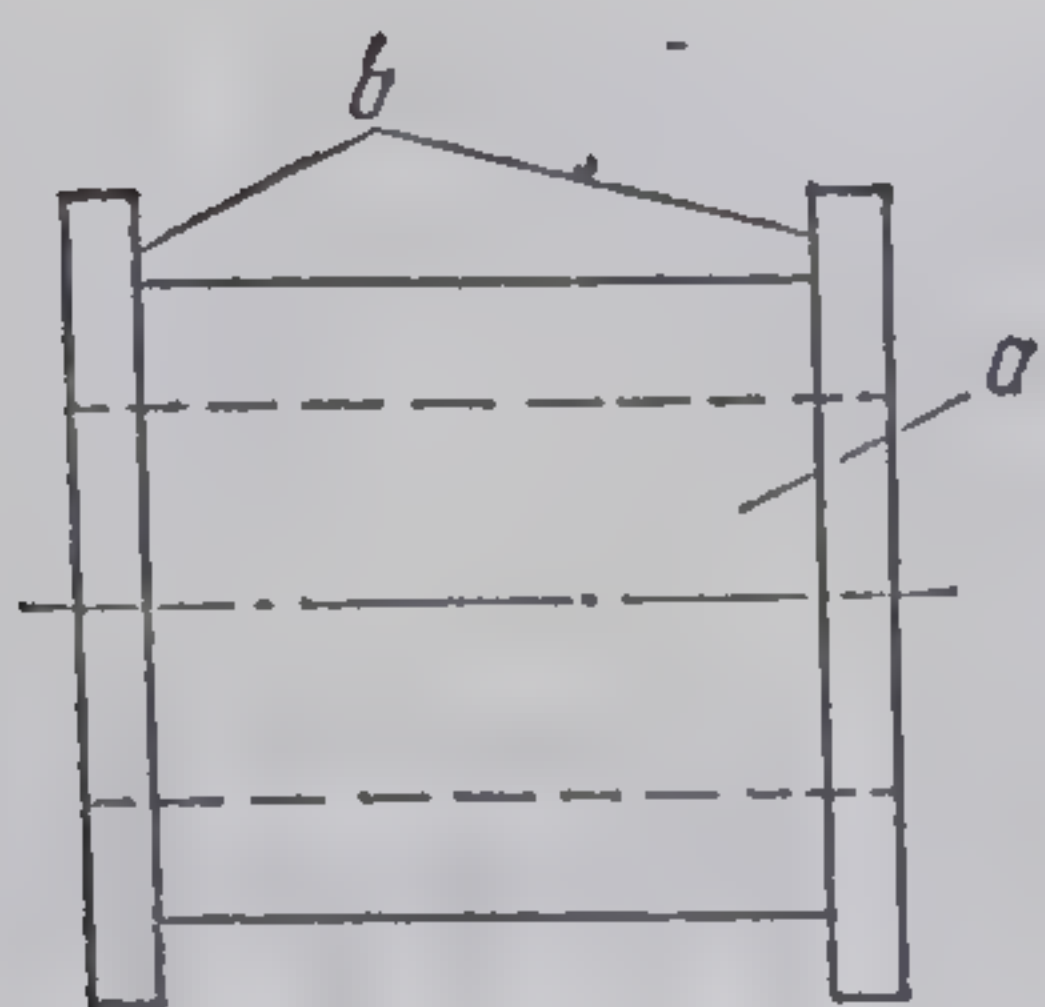


Fig. 25.9. Răzuirea suprafețelor de reazem ale lagărelor cu alunecare.

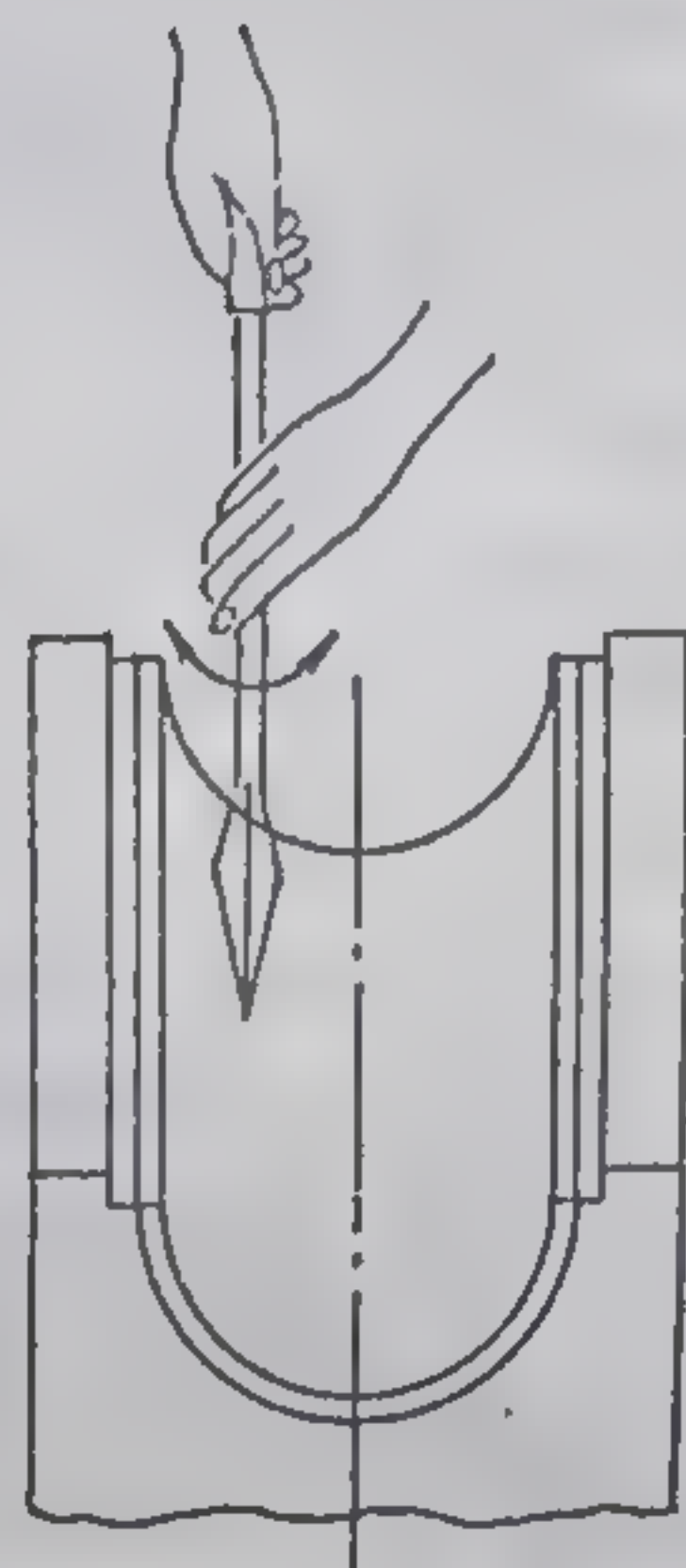


Fig. 25.10. Răzuirea manuală a suprafețelor circulare.

cercetează mărimea și forma petelor și se fixează într-un dispozitiv sau menghină pentru răzuire. Răzuirea se face numai pe porțiunea unde vopseaua a lăsat urme (fig. 25.10). După ce primele pete au fost îndepărtate prin răzuire, se așază din nou cuzinetul sau bucsa pe fus și operația se repetă pînă cînd suprafața cuzinetului este complet acoperită de vopsea. La răzuire trebuie folosite numai răzuitoare triunghiulare cu unghiul de tăiere de $60-70^\circ$, muchiile drepte și bine ascuțite. Ascuțirea se execută la polizor și apoi placa de ascuțit, care este formată dintr-o placă de fontă cu dimensiunile 300×400 mm, pe care se presară praf de șmirghel (cu sedimentare în 60 min). În felul acesta ascuțirea se face repede și bine, iar suprafața prelucrată va fi foarte curată.

O bună ajustare a lagărelor se realizează în următoarele condiții: suprafața care urmează a fi răzuită, nu trebuie să aibă urme de ulei; răzuirea de degroșare să se execute prin apăsare pe răzuitor, pînă ce vopseaua se aplică mai uniform pe suprafața răzuită, după care apăsarea se micșorează; pentru a obține o suprafață curată, fără rizuri, răzuitorul se înmoaie din cînd în cînd, în timpul răzuirii, într-o soluție de săpun; vopseaua fără corpuri străine trebuie să fie bine frecată și aplicată pe fusurile arborelui cu o bucată de pînză de in făcută sul; stratul de vopsea aplicat pe fus trebuie micșorat, pe măsura sporirii numărului de pete pe suprafața care se răzuiește.

În cazul lagărelor de precizie înaltă, fusurile arborilor se vor acoperi cu terpentină în loc de ulei, pentru că în acest caz, proeminențele de pe suprafața lagărului vor fi lucioase; urmele de răzuire trebuie să aibă formă dreptunghiulară; direcția răzuitorului trebuie să fie schimbată, pentru ca urmele de vopsea să fie mai aparente.

După răzuire se execută canalele de ungere.

Muchiile canalelor de ungere se rotunjesc obligatoriu. Dacă ar rămîne ascuțite, lubrifiantul ar fi răzuit de pe fus. Canalele de ungere nu vor fi prelungite pînă la marginea lagărului, pentru ca uleiul să nu se scurgă din lagăr. Trebuie ținut seamă ca la răzuirea lagărului, jocul dintre el și fusul respectiv să fie în așa fel ales încît să asigure un mers și o ungere corectă. În caz contrar, pot apărea în funcționarea lagărului următoarele fenomene: dacă jocul este prea mic, uleiul nu se poate răspîndi uniform pe toată suprafața de alunecare a lagărului, filmul prezintă întreruperi și apare o frecare mare între lagăr și fus; dacă

jocul este prea mare, uleiul iese ușor din lagăr, arborele va bate în lagăr, se va încălzi repede și se va uza în scurt timp.

Lagărele și bușele cu alunecare din oțel, dintr-o bucată care nu se pot regla pot fi reparate prin încărcare cu sudură sau prin metalizare. Sudura poate fi cu gaz sau electrică. Înainte de a începe sudura, lagărul sau bușa se încălzește pînă la temperatura de 400—500°C, pentru a înlătura posibilitatea de deformare sau fisurare. După sudură, interiorul se strunjește și apoi se rectifică.

Repararea prin metalizare a lagărelor și a cuzinetilor se face cu ajutorul aparatelor de metalizare a căror ajutaje sînt prelungite și aruncă lateral metalul pulverizat. Cuzineții, înainte de metalizare, se fixează cu o bridă, pentru a se putea executa filetul vibrant.

Pentru a mări aderența stratului metalizat, lagărul sau cuzinetul trebuie încălzit în prealabil, apoi bine centrat pe mașina pe care se execută metalizarea. După metalizare urmează operațiile de prelucrări mecanice la dimensiunile respective.

Lagărele dintr-o bucată și bușele de dimensiuni mari se mai repară și prin metalizare exterioară în felul următor: lagărul sau bușa se taie în lungul axei ei, în două jumătăți simetrice, suprafețele tăiate se ajustează și se păsuiesc perfect, după care se assemblează și se strunjesc la interior pînă la dimensiunea necesară, iar pe suprafața ei exterioară se execută un filet vibrant pe care se aplică stratul de metalizare, folosind sîrmă de oțel cu conținut mic de carbon. Apoi suprafața exterioară a bușei se strunjește pînă la dimensiunea necesară, se presează în locașul interior al lagărului și apoi se prelucurează împreună cu lagărul.

4. ÎNLĂTURAREA DEFECTELOR RULMENȚILOR ȘI ÎNLOCUIREA LOR

Un rulment la care se observă urme de rizuri, ciupituri sau înnegrirea căilor de rulare și a corpurilor de rostogolire, nu poate fi folosit.

Ceea ce se poate remedia la un rulment este îndepărtarea petelor de coroziune. În celelalte cazuri, rulmenții se înlocuiesc cu alții noi, cu precizia impusă de subansamblul mașinii, utilajului sau instalației respective.

Repararea propriu-zisă a rulmenților se poate face numai la aceia care lucrează pe ace sau role, fără inel interior (direct pe arbore) și cînd arborii au fost recondiționați prin rectificare, iar diametrul lor a fost micșorat. În acest caz, rolele sau acele trebuie să fie înlocuite cu altele cu diametrul corespunzător.

Acele și rolele pentru rulmenți pot fi procurate direct de la întreprinderile producătoare de rulmenți și numai în cazuri speciale se pot executa în atelierul de reparații. Acele nu trebuie să aibă abateri mai mari de 2,5 μm în ceea ce privește conicitatea, poligonalitatea și convexitatea. Acele care prezintă concavitate nu trebuie admise în construcțiile de mașini-unelte, capetele acelor, indiferent de formă, trebuie să se încadreze în aceleași prescripții, iar înainte de montaj ele se sortează. Limita de sortare nu trebuie să depășească — 2 μm pentru mașini foarte precise, — 3 μm pentru mașini normale și — 5 μm pentru alte scopuri.

5. REPARAREA CUPLAJELOR, AMBREIAJELOR ȘI FRINELOR

a. Cuplaje

1) *Cuplaje elastice*. Elementele acestor tipuri de cuplaje care trebuie înlocuite cu ocazia reparațiilor sînt inelele sau lamelele din material elastic.

Inelele se execută din cauciuc cu următoarele caracteristici tehnice: rezistența la tracțiune, minimum 60 daN/cm^2 ; alungire relativă la rupere, minimum 250%; alungire remanentă după alungire de 70% față de lungimea inițială, maximum 30%; duritate 55—70 grade Shore; pierderile din rezistență la tracțiune și din alungirea relativă la rupere, după încercarea la îmbătrînire accelerată timp de 144 de ore, la temperatura de 70° prin metoda termostatării cu aer cald, maximum 30%, iar dimensiunile să nu fie depășite față de cele nominale. În cazul cuplajului cu lamele, ele se execută în general din talpă crupon.

2) *Cuplaje cardanice*. Construcția lor nu permite ca piesele componente să fie reparate și ca atare ele vor fi întotdeauna înlocuite cu altele noi.

3) *Cuplaje dințate*. Repararea acestor cuplaje se referă în general la refacerea danturii uzate, adică la micșorarea jocului dintre dinți. Aceasta se face prin cromare dură, dacă dantura nu este prea uzată, sau piesele în cauză se execută din nou, dacă dinții s-au subțiat sau s-au rupt. Ceea ce trebuie avut în vedere la repararea sau la execuția pieselor este precizia danturii, care este în funcție de viteza periferică a unui punct de pe cercul de divizare și anume: precizie normală pentru cuplajele care lucrează la viteze periferice de pînă la 15 m/s inclusiv; precizie mărită pentru cuplajele care lucrează la viteze periferice de peste 15 m/s . Dantura bușelor și a manșoanelor dințate se execută cu profil în evolventă, unghiul profilului de referință α , fiind egal cu 20° , iar toate danturile aceluiasi cuplaj se execută în aceeași clasă de precizie.

b. Ambreiaje

1) *Ambreiajele conice cu fricțiune*. Repararea constă în rectificarea suprafeței conului exterior, avînd însă grijă ca el să nu ajungă, în timpul cuplării, la fundul contrapiesei. Dacă suprafețele de contact ale conurilor prezintă urme de gripaj sau ovalitate, se rectifică ambele piese păstrînd același unghi de înclinare la fiecare.

După rectificare, suprafața trebuie să fie netedă și curată.

Ambreiajele cu plăci de fricțiune. La aceste ambreiaje mai întotdeauna trebuie înlocuite discurile de fricțiune și reparați clichetii care comandă strîngerea ambreiajelor. Locurile unde clichetii se uzează foarte mult

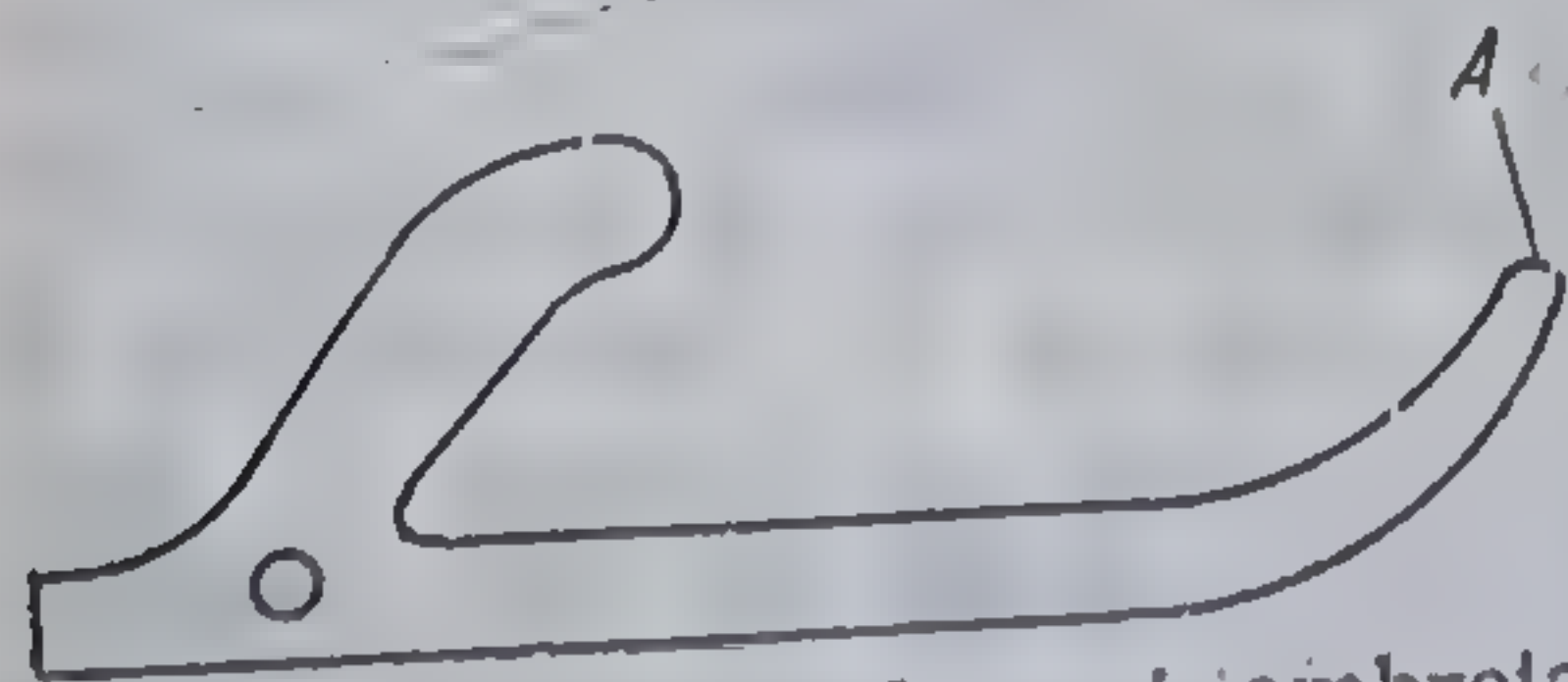


Fig. 25.11. Clichetul unui ambreiaj cu plăci de fricțiune.

sînt vîrfurile marcate cu A, în figura 25.11. Completarea cu material, a acestor vîrfuri se face prin sudură cu arc electric, folosind electrozi din oțel cu crom sau crom-nichel, după care se ajustează la forma inițială la un polizor sau mașină de rectificat plan. Plăcile de fricțiune se execută din oțel cu

conținut scăzut de carbon (0,1—0,15%) care după ștanțare se cementează pe o adâncime de 0,5 mm, de preferat în cuptor de cementare cu gaz de petrol. Apoi se călesc la o temperatură de 820°C, încălzite într-o baie cu sare. Răcirea lor se face după ce au fost strînse într-un dispozitiv cu care se scufundă în apă.

După călire, lamelele se introduc într-o tobă de sablat cu alicie de oțel sau fontă cu diametrul de 0,8—1 mm amestecate cu rumeguș de lemn stropit cu petrol.

După sablare lamelele fixate pachet cu ajutorul unui șurub se supun unei reveniri termice într-un cuptor electric de recoacere, cu gaz, la care flacăra a fost întreruptă și care are temperatura de 250—260°C. La această temperatură se țin timp de 80—90 min, iar după răcire se rectifică pe ambele fețe.

Ambreiaje electromagnetice. Aceste tipuri de ambreiaje se aseamănă în mare măsură cu ambreiajele cu plăci de fricțiune numai că ele sînt acționate electric de la distanță.

Părțile care sînt supuse unei uzări mai intense sînt lamele de fricțiune. Prin uzarea lamelor de fricțiune întrefierul cuplat devine mai mic, din care cauză el trebuie verificat din cînd în cînd și reglat din nou. Cînd uzarea este avansată și lamelele nu mai pot fi folosite, se înlocuiesc cu altele noi.

Cînd pe suprafața de contact a inelului de alunecare au apărut rizuri sau rugozități, diametrul acestuia se rectifică pînă la 1 mm. Dacă uzările devin mai pronunțate, inelul trebuie înlocuit.

c. Frîne

La mașini-unelte, poduri rulante, macarale, precum și la autovehicule, cele mai folosite frîne sînt frînele cu saboți, cu bandă și cu disc.

Defecțiunile mai importante care apar la frîne sînt: uzarea tamburului, uzarea saboților, benzilor și a discurilor, ruperea tiranților, uzarea alezajelor și a bolțurilor.

Benzile de ferodo ale frînelor mașinilor-unelte și ale celor de ridicat trebuie înlocuite dacă s-au uzat pînă la grosimea de 3 mm sau dacă prezintă fisuri, cute, etc., pe banda de oțel.

Banda de ferodo nituită la sabot sau la banda de oțel trebuie să adere pe toată suprafața, neadmițîndu-se jocuri mai mari de 0,3 mm. Aderarea ferodoului saboților și a benzii la tambur trebuie să se facă pe întreaga suprafață de frecare. La desfacerea frînelor, ferodoul trebuie să se depărteze uniform pe tambur cu cel puțin 0,25 mm și cel mult 1,25 mm la frîna cu bandă și cu 1,0 mm, la frîna cu saboți.

Sistemul de pîrghii, datorită uzării găurilor și buloanelor, nu trebuie să capete un joc mai mare decît de două ori jocul inițial. În caz contrar, întregul sistem se demontează și se recondiționează. Dacă uzarea alezajelor nu depășește 15% din diametrul inițial, repararea se execută prin alezarea lor și înlocuirea buloanelor cu altele, avînd diametrul mai mare, corespunzător noilor alezaje. Dacă uzarea alezajelor depășește limita de 15%, remediarea se poate face prin încărcarea alezajului cu sudură și prelucrarea la diametrul nominal, prin introducerea unei bușe presate în alezajul prelucrat fin sau prin înlocuirea pieselor respective.

În general, piesele cu găuri dintr-un sistem de articulații se execută de la început cu bucșe presate pentru a putea fi ușor înlocuite după ce capătă joc în exploatare.

Arborii și buloanele cu o uzare mai mare decât 5% din diametrul lor și cu o ovalitate mai mare decât 0,5 mm se repară prin încărcare cu sudură și apoi strunjire la dimensiunea nominală. Uneori când tehnologia recondiționării prezintă dificultăți sau uzările sînt mai mari decât limitele de mai sus, piesele se înlocuiesc cu altele noi.

Repararea frînelor prezintă o foarte mare importanță. De aceea la introducerea în reparație se demontează complet toate mecanismele frînei, se controlează detaliat toate elementele componente și se recondiționează sau se înlocuiesc piesele degradate.

6. REPARAREA MECANISMELOR DE TRANSMISIE CU CURELE

Roțile mecanismelor de transmisie cu curele se împart în: roți pentru curele late (suprafața plană sau ușor bombată) și roți pentru curele trapezoidale (cu canale).

Defectele acestor mecanisme pot fi: canale uzate, joc mare între fusul arborelui roții, canal de pană lărgit etc. Canalele de curea se consideră uzate cînd la controlul făcut cu șablonul (fig. 25.12) și cu ajutorul roletelor (fig. 25.13) depășesc dimensiunile limită admise.

Repararea constă în îndepărtarea prin strunjire a coroanei uzate și montarea prin fretare a unei noi coroane pe care se execută alte canale.

Suprafețele canalelor nu trebuie să prezinte sufluri, porozități, crăpături sau alte defecte.

Strunjirea roții trebuie făcută numai pe dorn și între vîrfurile mașinii. De preferat ca dornul să aibă o mică conicitate, pentru a obține o centrare bună. Pentru a nu creia vibrații, roțile care lucrează la viteze periferice mari, peste 25 m/s, se echilibrează dinamic; sub 25 m/s se echilibrează static.

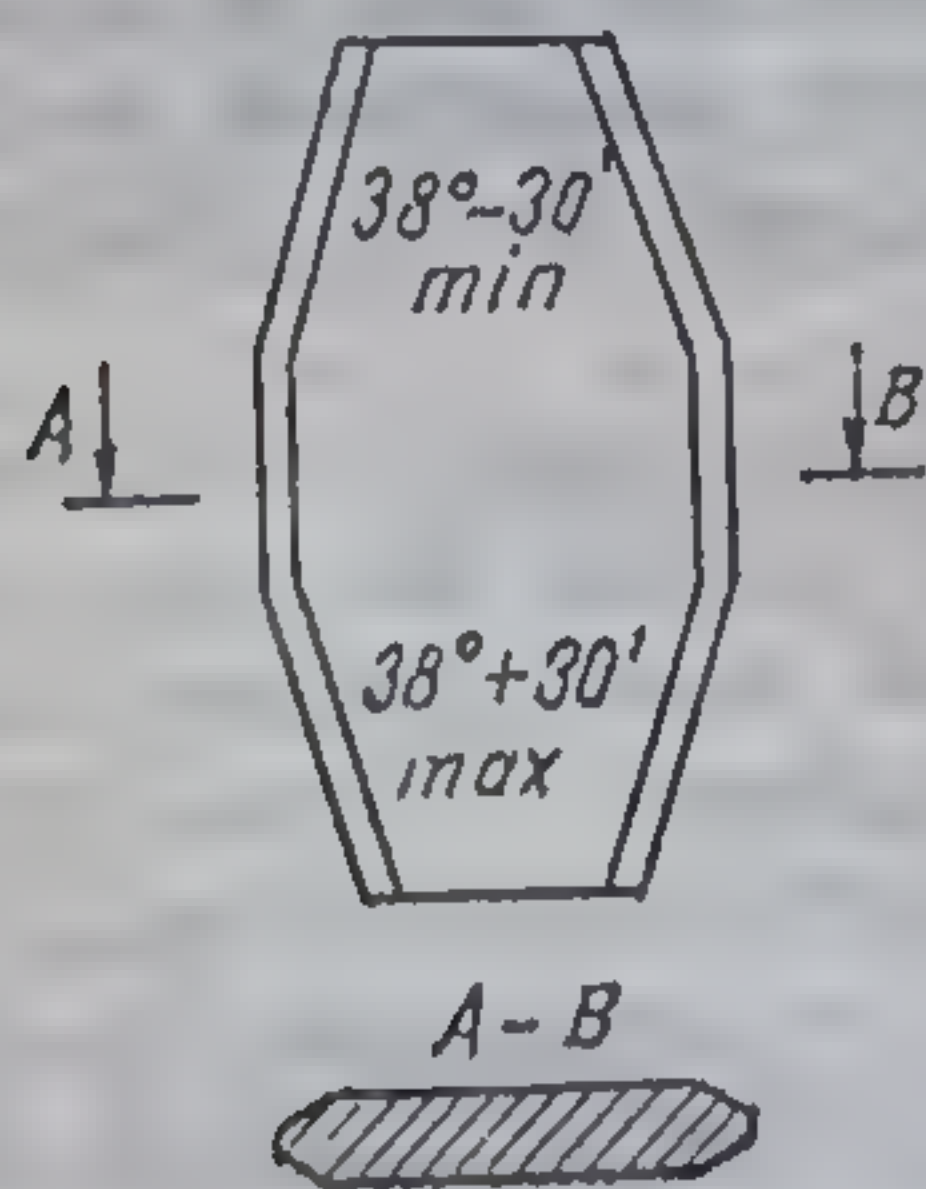


Fig. 25.12. Șablon de verificat.

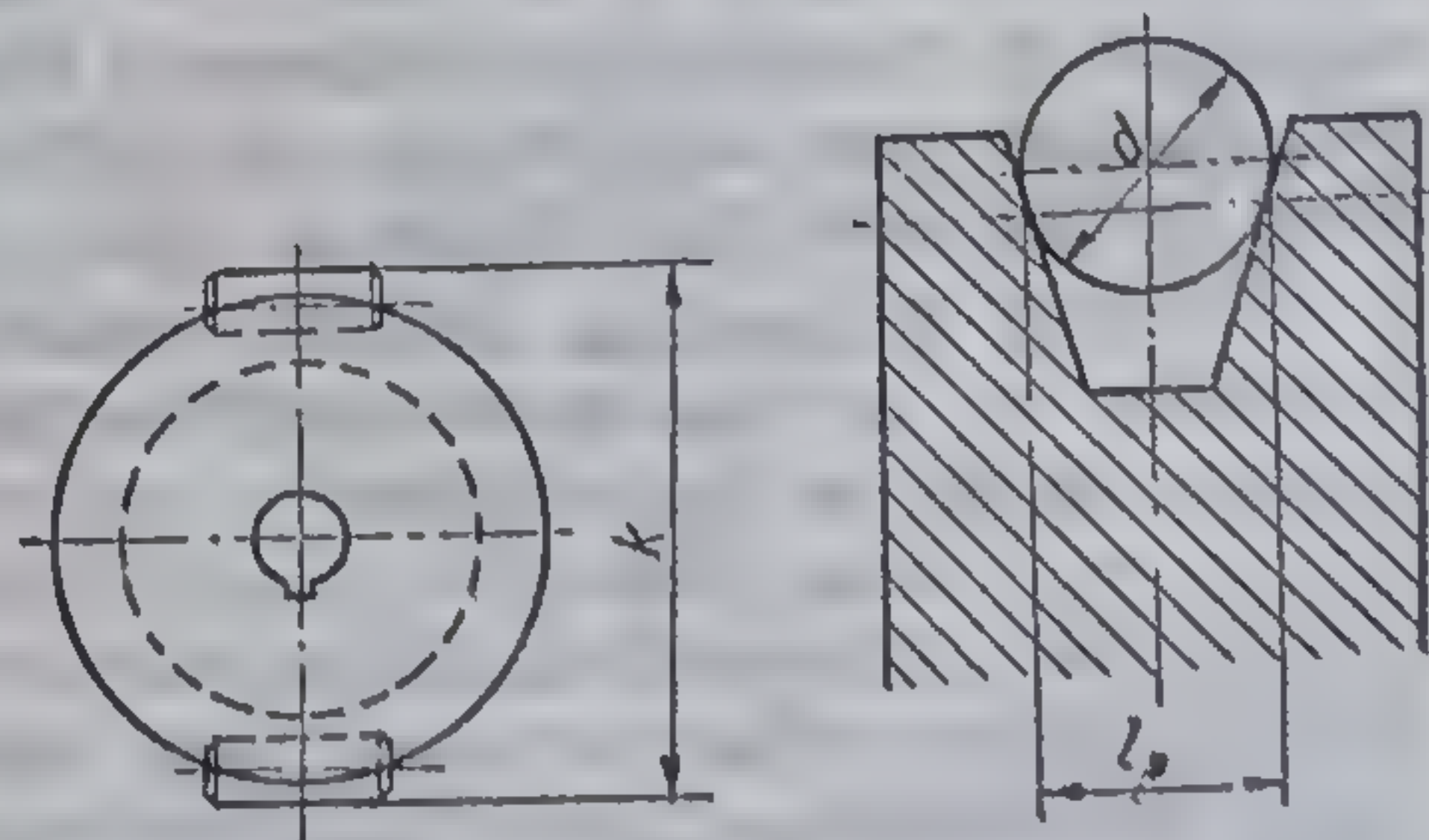


Fig. 25.13. Verificarea canalelor cu role.

7. REPARAREA MECANISMELOR DE TRANSMISIE CU LANȚ

În construcția anumitor mașini, utilaje și instalații se folosesc lanțuri cu buche și role (Gall) sau lanțuri dințate. Aceste lanțuri pun în funcțiune organele de mișcare prin intermediul roților dințate de construcție specială.

Uzarea lanțurilor se caracterizează printr-o mărire a pasului dintre centrele zalelor care pot conduce la ruperea lanțului sau la ieșirea acestuia de pe roți. Lanțurile care prezintă astfel de uzări nu mai pot fi folosite și ca atare trebuie înlocuite cu altele noi. Odată cu lanțul se uzează și flancurile roților de lanț, mai mult la roțile conducătoare și mai puțin la cele conduse. Roțile ai căror dinți s-au subțiat prin uzare trebuie înlocuite cu altele noi, executate foarte precis în ceea ce privește forma geometrică a dinților.

După frezarea dinților, roțile se tratează termic și se lustruiesc.

Tratamentul termic cel mai indicat pentru aceste roți este prin CIF, fiindcă înlătură posibilitatea de deformare a dinților sau a roții și se obține o suprafață netedă și dură.

În construcția mașinilor-unelte cum sînt: mașinile de frezat portal, mașinile de rectificat etc., se întîlnesc o serie de variatoare pentru turație și anume variatoare cu discuri și bile, variatoare tip PIV (Positives infinement variables), care transmit mișcarea prin lanț cu dinți radiali.

Recondiționarea acestor variatoare constă în înlăturarea defectelor pieselor prin procedeele arătate mai înainte, dar ce este mai important de obținut la recondiționarea lor este finețea suprafețelor discurilor în porțiunile unde lucrează bilele, precum și suprafața bilelor.

În cazul variatoarelor tip PIV elementele care se uzează sînt în primul rînd lanțul și discurile conice.

Fenomenul de uzare se manifestă între zale, bolț și lamelele de antrenare care se subțiază și capătă joc în canalele discurilor conice, scoțînd lanțul din uz. Recondiționarea lui nu este posibilă și se înlocuiește cu altul nou.

Dacă șaibele conice sînt uzate, ele se înlocuiesc întotdeauna perechi. Buna funcționare a variatorului depinde de felul cum sînt executate discurile conice și în special canalele de antrenare. După tratamentul termic al discurilor, canalele și suprafețele conice se rectifică. Cu cît suprafața este mai fină și lucioasă cu atît uzarea elementelor lanțului va fi mai mică. Discurile noi se echilibrează dinamic înainte de tratamentul termic.

8. REPARAREA MECANISMELOR DE TRANSMISIE CU ROȚI DINȚATE

De obicei, dinții roților dințate se rup în dreptul racordării, iar la roțile cu dinți înclinați, la vîrfuri.

Adevărata cauză de scoatere a unei roți din funcțiune este distrugerea flancurilor dinților datorită uzării, gripării, strivirii, exfolierii etc.

La apariția unuia din fenomenele arătate roata în cauză trebuie înlocuită. Odată cu aceasta se înlocuiește și roata cu care angrenează.

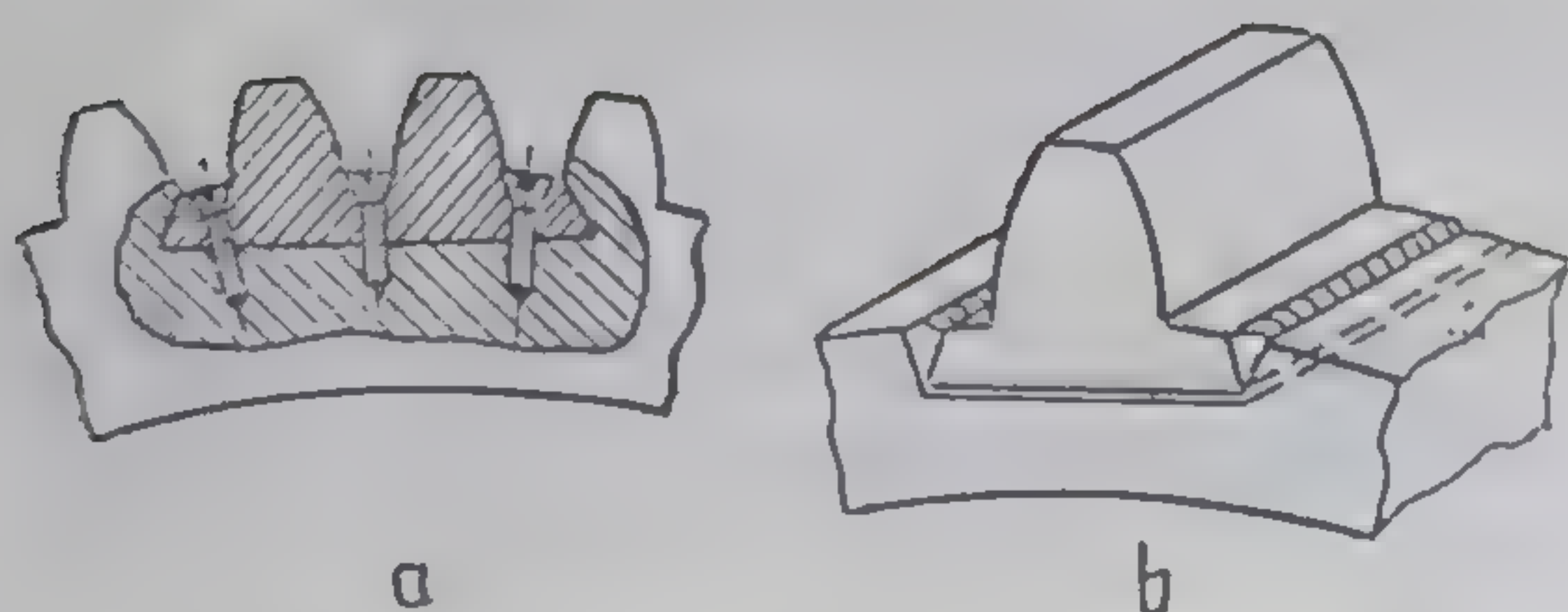


Fig. 25.14. Repararea roților dințate.

Este greșită practicarea inversării roților dințate în așa fel ca ele să alunece pe flancurile opuse. Prin această inversare jocul dintre dinți nu poate fi eliminat.

O reparare propriu-zisă poate fi făcută numai la roțile dințate, de mică importanță, care lucrează la viteze periferice

mici (sub 0,3 m/s), cu modulul de peste 3 mm al căror număr de dinți uzați sau rupți nu depășește 10% din numărul total de dinți, iar dinții sînt așezați în șir.

Repararea poate fi făcută prin înlocuirea dinților uzați sau rupți cu un sector dințat, scos dintr-o coroană dințată. Sectorul dințat are, la partea opusă dinților, formă de coadă de rîndunică.

Se îndepărtează prin rabotare sau frezare dinții respectivi și odată cu aceștia se îndepărtează și o parte din coroana roții sub formă de coadă de rîndunică.

Se scoate dintr-o coroană dințată, special executată, avînd aceleași dimensiuni ca și roata de reparat, un sector dințat egal cu canalul executat în roată.

Sectorul dințat se montează prin fretare, cu ajutorul șuruburilor sau prin sudură (fig. 25.14).

Repararea mai poate fi făcută prin îndepărtarea prin strunjire a coroanei uzate și montarea prin fretare a unei coroane dințate noi. În redarea montării prin fretare se procedează astfel:

— se încălzește coroana într-un cuptor electric sau cu flacără pînă la temperatura de 500—600°C;

— se scoate afară și se curăță interiorul de zgură;

— se introduce pe roată cu lovituri ușoare de ciocan;

— se răcește complet într-un loc lipsit de curenții de aer; după răcire se asigură fixarea prin șuruburi sau sudură aplicată lateral.

Roata, astfel obținută, se strunjește fin la exterior și frontal, se danturează, se șeveruiește și se rectifică. În același fel se pot repara și roțile dințate conice etc. Atît la unele cît și la celelalte asigurarea contra rotirii pe arbore se face prin două pene paralele, dispuse la 180° una față de alta.

Sectoarele dințate se repară în același fel ca și roțile dințate.

9. REPARAREA ANGRENAJELOR MELCATE

În afară de angrenajele melcate simple, în domeniul construcției de mașini sînt folosite și angrenajele melcate cilindrice cu posibilitatea de reglare a jocului între flancuri. Menținerea unui joc minim între flancuri este necesară în primul rînd la angrenajele melcate ale mecanismelor de divizare pentru mașini-unelte (mașini de prelucrat roți dințate, mese rotative, capete divizoare etc.) și uneori la angrenajele melcate de transmitere a puterii, unde trebuie reduse oscilațiile de răsucire ale sistemului de antrenare care pot fi provocate, de exemplu, prin forțe de așchiere

pulsatorii. Creșterea jocului între flancuri, față de valoarea inițială, la angrenajele melcate este cauzată de uzarea inevitabilă dintre flancuri, prin frecarea de alunecare relativ mare între suprafețele de contact.

Pentru menținerea jocului minim și optim de angrenare, angrenajele melc-roată melcată sînt dotate cu dispozitive de reglare a jocului sau compensare a uzării.

Cînd dispozitivul de reglare nu mai poate înlătura jocul dintre melc și roata melcată din cauza uzării prea mari a dinților roții melcate și a spirelor melcului, se recomandă ca piesele în cauză să fie înlocuite cu altele noi. De obicei, în acest caz se înlocuiește doar roata melcată pentru că ea, fiind din bronz, se uzează mai repede.

Roțile melcate avînd în general diametre mari și fiind din bronz nu se înlocuiesc în totalitate (roata complet nouă fiind scumpă), ci se îndepărtează coroana dințată uzată, urmînd a se monta prin presare o coroană nouă 2 (fig. 25.15) pe butucul 1. Solidarizarea coroanei dințate cu butucul se face cu ajutorul unor știfturi filetate 3 fixate jumătate în batiu și jumătate în coroană.

După executarea șurubului melcat, roata melcată se prelucrează pînă aproape de cota finală și se montează împreună cu șurubul melcat pe un aparat de controlat angrenaje. În poziția angrenată fără joc se compară distanța dintre axe, cu distanța teoretică micșorată cu valoarea abaterii (toleranței) admise la distanța între axe. În baza valorii obținute se prelucrează în continuare roata melcată pînă se verifică condiția menționată.

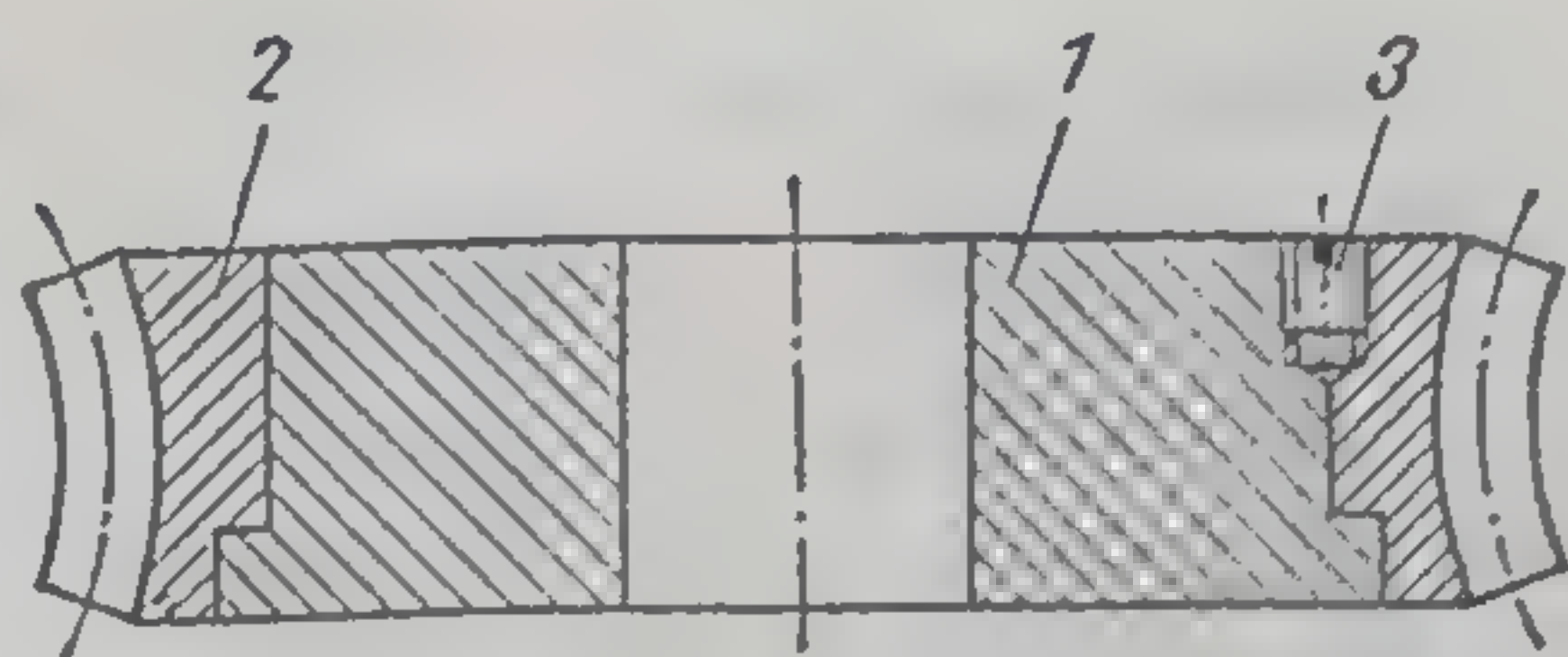


Fig. 25.15. Repararea roților melcate.

10. REPARAREA CAMELOR, EXCENTRICELOR ȘI A CRUCILOR DE MALTA

În funcție de complexitatea mișcărilor obținute cu ajutorul camei, profilul ei capătă forme complicate și precise. Ceea ce influențează mult la o camă este precizia conturului pe care lucrează tachetul (rola) prin intermediul căreia organul mașinii primește mișcarea.

La aceste piese uzarea apare pe suprafețele active de lucru ca de exemplu: pe conturul camei în contact cu rola sau tachetul, pe suprafața exterioară și interioară a rolei, pe suprafața de contact a tachetului, precum și pe bolțul rolei.

Din această cauză la repararea unei came trebuie analizat întregul complex de piese și determinat cu precizie de sutimi de milimetru uzarea și reducerea dimensiunilor din suprafața activă de lucru.

Repararea unei came sau excentric se face prin încărcarea cu sudură electrică.

Încărcarea cu sudură trebuie făcută pe întreaga suprafață activă, folosind electrozi speciali cu pastă de mangan și sormait.

Înainte de a începe repararea trebuie executat un șablon din tablă groasă de 1,5—2 mm perfect plană, lăsînd un adaos față de conturul camei

ce trebuie reparată de 0,5—0,8 mm și chiar mai mult, dacă conturul este prea uzat.

Șablonul cu întreg ansamblul lui se montează la loc și se fac o serie de măsurări asupra pieselor acționate de cama sau excentricul în cauză în vederea determinării grafice a profilului camei respectiv șablonului. După aceea, se întocmește un desen indicând forma precisă și valorile limită ale profilului.

Cu profilul determinat grafic se controlează șablonul din tablă și se ajustează pînă ce conturul acestuia se suprapune peste cel determinat grafic.

După încărcare sau fixare, piesele se ajustează după conturul șablonului, lăsînd un adaos de material de 0,2—0,3 mm. După această primă ajustare cama sau excentricul se modifică în mecanismul respectiv și se verifică corecta lui funcționare.

Înainte de a monta camele pentru comanda automată a cursei săniilor sau suporturilor, opritoarele trebuie îndepărtate suficient. În caz contrar, pot avea loc deteriorări asupra mecanismelor sau mașinii datorită conturului mai mare al camei.

În felul acesta se verifică încă o dată forma corectă a șablonului și a determinării grafice a camei. După această verificare, cama se ajustează definitiv la forma finală.

Un factor principal în construcția camelor îl constituie precizia profilului și netezimea suprafeței de contact, de aceea suprafețele active de lucru se lustruiesc cu pastă de rodat, în așa fel ca suprafața să nu prezinte rizuri, denivelări, exfolieri, ciupituri, concavități (se admit numai suprafețele convexe), și să fie perfect perpendiculară pe axa de rotație a camei.

În general camele, excentricele și crucile de Malta uzate se înlocuiesc cu altele noi, executate din oțel carbon OLC 15, oțel aliat 15CO 8 cementate și apoi călite etc.

Metodele folosite la executarea camelor și a crucilor de Malta sînt diferite, ele fiind în funcție de condițiile impuse profilului și de posibilitățile atelierului, dar în toate cazurile la executarea unei came se deosebesc următoarele faze: executarea de piese semifabricate; trasarea profilului; decuparea profilului; controlul profilului; tratamentul termic; ajustarea profilului.

Semifabricatele se obțin prin forjare, turnare sau decupare din tablă.

Trasarea camei este o operație pretențioasă și impune din partea celui care o face o bună cunoaștere a desenului.

În primul rînd se trasează unghiurile corespunzătoare diferitelor deplasări ale tachețului. Trasarea pe semifabricat în funcție de tipul tachețului a unor raze sau arce de cerc (fig. 25.16) marchează valorile limită ale unghiurilor de deplasare a mecanismului respectiv.

Pentru tacheți cu role, aceste valori limită sînt determinate de traiectoria centrului rolei. Forma liniilor cu care se trasează aceste valori limită pe camă depinde de forma tachețului. Raza arcului de cerc este tocmai lungimea brațului tachețului, iar cele în formă de rază servesc la trasarea camelor care lucrează cu tacheți glisanți.

Liniile se trasează cu ajutorul unei rigle și a unui compas. Pentru camele cilindrice, rigla trebuie să fie flexibilă. În afară de această metodă se mai utilizează și trasarea după șablon simplu din tablă sau după șabloane folosind dispozitive speciale prevăzute cu discuri divizoare pentru împărțiri unghiulare.

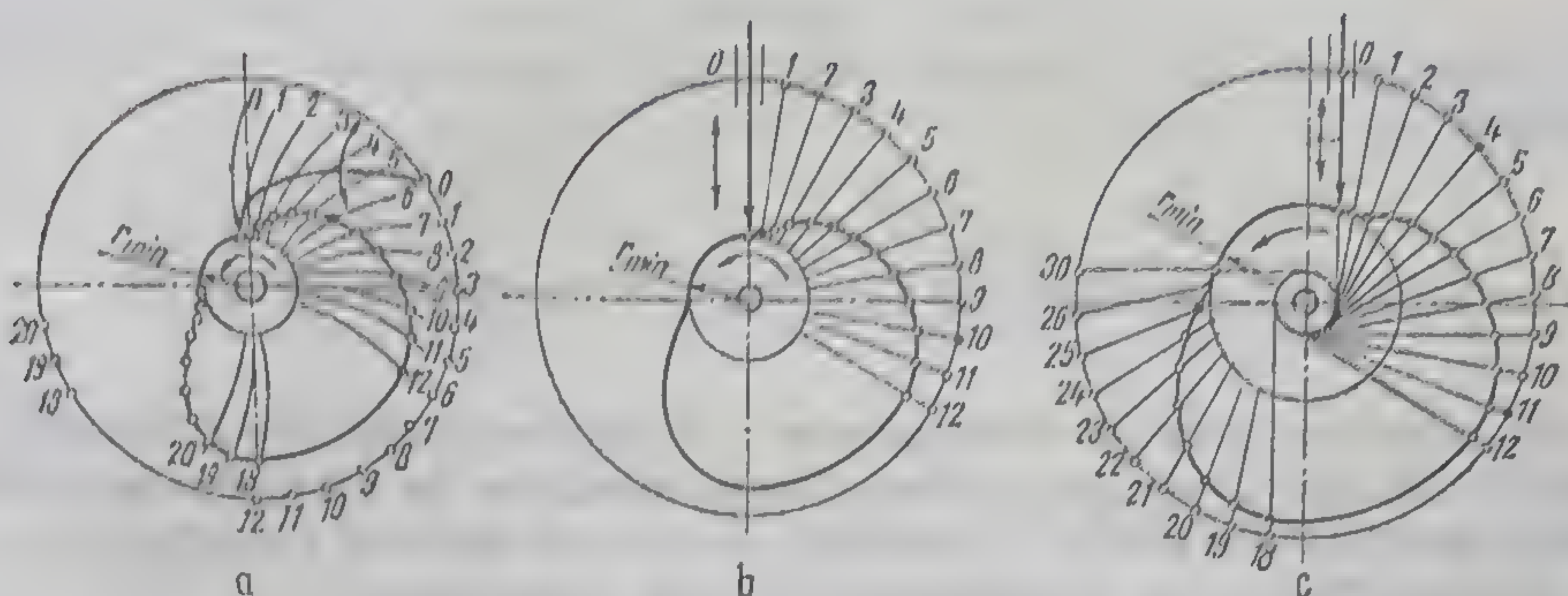


Fig. 25.16. Trasarea grafică a liniilor pe came.

După trasarea liniilor se stabilește punctul 0° , adică originea unghiurilor, diametrul exterior al camei și se marchează valorile limită ale unghiurilor (fig. 25.17). Apoi urmează trasarea conturului propriu-zis al camei, adică pe arcele de cerc sau pe raze se vor marca, cu punctatorul; punctele a căror distanțe față de centru, față de conturul exterior sau față de un cerc de bază sînt cunoscute.

După trasare partea de metal care trebuie înlăturată din camă se decupează prin burghiere, cu ajutorul sudurii autogene sau prin frezare.

Prelucrarea profilului se face manual, cu dispozitive speciale sau pe o mașină de frezat prin copiere. În acest caz trebuie executat un șablon după care să se prelucereze cama.

Se recomandă ca șablonul să fie executat la o scară mai mare, pentru a obține un contur cît mai precis al camei.

După prelucrare, camele se tratează termic (suprafața activă de lucru a camei se cimentează pe o adîncime de 0,5—1,5 mm și se călește pînă la duritatea de 58—62 HRC).

După tratamentul termic profilul camei se finisează.

Crucile de Malta se repară de obicei prin rectificarea suprafețelor uzate și înlocuirea pieselor conjugate ca: role, bolțuri etc. Astfel, canalele în care glisează rola 2 (fig. 25.18) se rectifică pînă la îndepărtarea totală a uzării. Canalele se rectifică toate la aceeași cotă, indiferent dacă uzarea este mai mică la unele din ele, iar verificarea se face cu cale plan

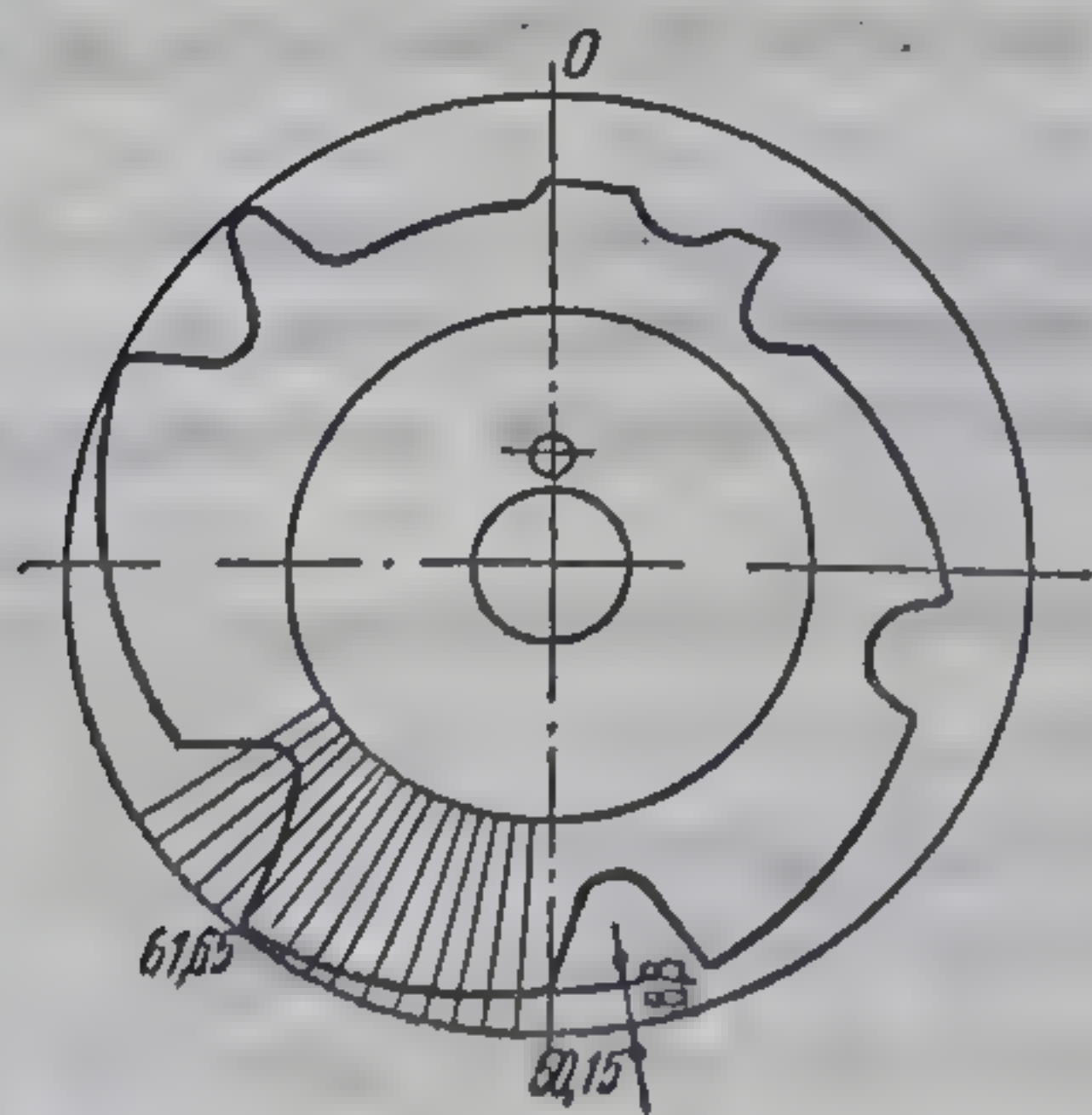


Fig. 25.17. Trasarea conturului camel.

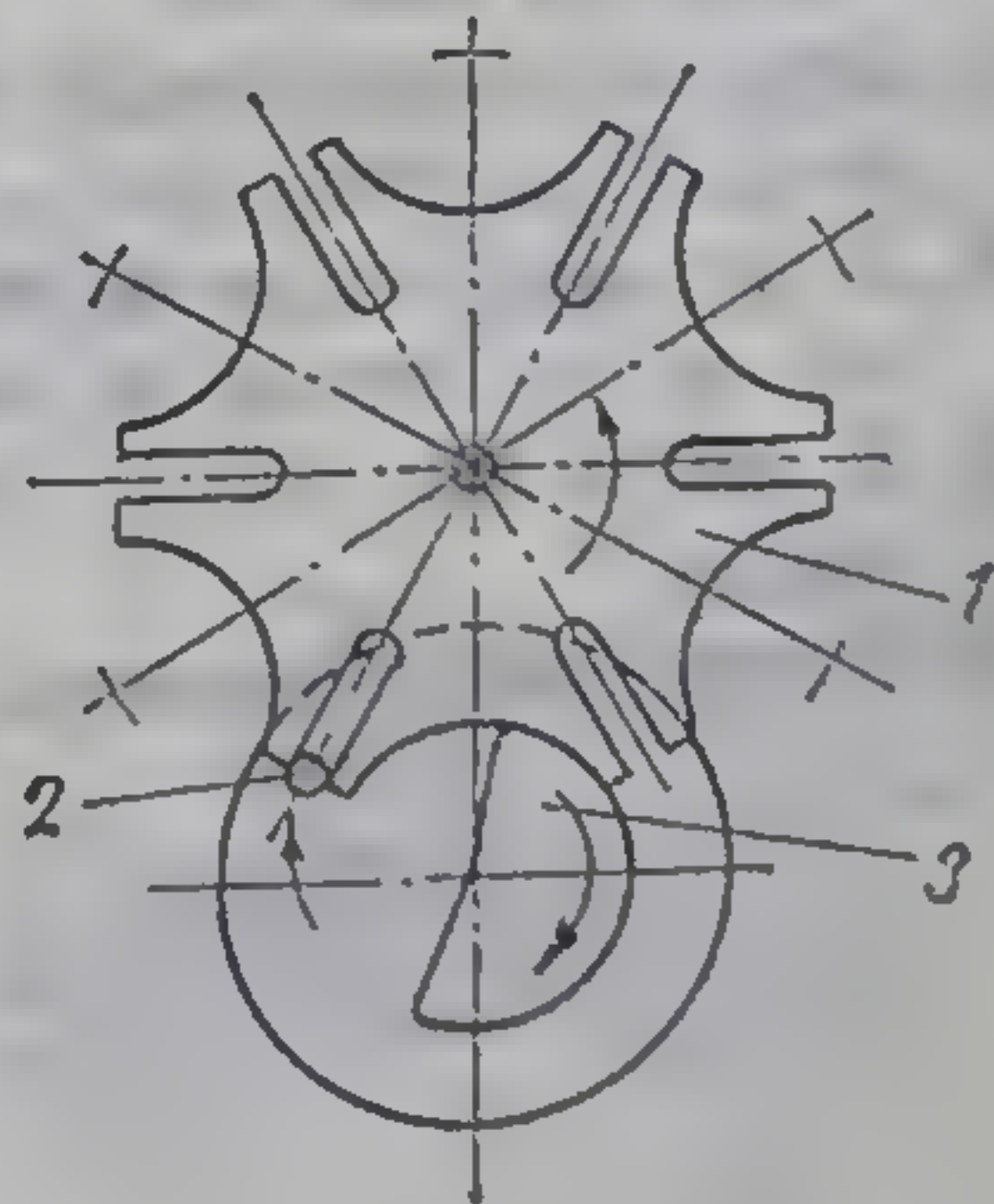


Fig. 25.18. Cruce de Malta

paralele, calibre sau cu dornuri cilindrice a căror ovalitate și conicitate nu depășesc 0,02 mm. Abaterile unghiulare ale canalelor nu trebuie să depășească 5'.

11. MĂSURI DE TEHNICĂ A SECURITĂȚII MUNCII

La repararea pieselor componente și a mecanismelor de transmisie a mișcării de rotație, se vor respecta toate măsurile de tehnică a securității muncii specifice mașinilor și locurilor de muncă unde se realizează lucrarea respectivă.

Pentru montarea și demontarea acestor mecanisme, în vederea evitării accidentelor, se vor folosi scule nedeteriorate și dispozitive în stare bună de funcționare. Piese grele vor fi manevrate numai cu mijloace de ridicat și transportat și se vor asigura spațiile de acces între mașinile și utilajele ce sînt în reparație. De asemenea, trebuie asigurată iluminarea corespunzătoare a fiecărui loc de muncă.

VERIFICAREA CUNOȘTINȚELOR

1. Care sînt defecțiunile care pot apărea la arbori și osii și cum se depistează în mod practic aceste defecțiuni?
2. Să se indice metodele de recondiționare și modul de realizare al recondiționării arborilor și osiilor prin rectificare, cromare și acoperire cu fier.
3. Ce este metalizarea, prin ce metode se realizează și care sînt lucrările efectuate înainte și după metalizare?
4. Care este componența instalațiilor de metalizare cu arc electric? Dar cu plasmă și flacără oxiacetilenică?
5. Cum se procedează la repararea prin bușare a arborilor și osiilor?
6. Să se explice modul în care se realizează repararea arborilor prin sudare electrică cu electrod vibrator.
7. Care sînt situațiile care presupun repararea arborilor cotiți și modul de realizare al acestor reparații?
8. Să se indice tehnologia reparării lagărelor cu alunecare cu cuzinet.
9. Să se menționeze lucrările de reparații ale cuplajelor și ambreiajelor în funcție de tipul lor.
10. Care sînt defecțiunile mai importante care apar la frîne și în ce constau lucrările de reparare?
11. Să se menționeze defecțiunile care reclamă repararea transmisiilor cu curele și cu lanțuri și modul în care se realizează aceste reparații.
12. În ce situații se pot repara roțile dințate și cum se realizează reparația lor?
13. Să se indice tehnologia de reparare a camelor și excentricelor.

CAPITOLUL 26

REPARAREA MECANISMELOR CU MIȘCARE DE TRANSLAȚIE

1. REPARAREA MECANISMELOR ȘURUB-PIULIȚĂ

Pierderea preciziei sau scoaterea din funcțiune a șuruburilor conducătoare se datorează uzării filetului atât la șurub cât și la piuliță sau îndoirii șurubului datorită unor sarcini mari exercitate asupra lui.

Dacă uzarea nu a depășit anumite limite (circa 10% din grosimea normală a spirei), recondiționarea lor poate fi făcută astfel:

Șurubul se supune întâi unui control prin care se urmărește gradul de deformare (îndoire, ovalizare, conicitate). Operația se execută între vîrfurile unui strung sau ale unui dispozitiv special de controlat cu ajutorul unui comparator fixat într-un suport (suport comparator de atelier, suport cu magnet permanent etc.), avînd în vedere ca înainte de verificare găurile de centrare să fie corectate cu un burghiu de centruire sau cu o piatră de rectificat profilată (în cazul șuruburilor tratate termic). Dacă la verificare, se constată că șurubul este deformat (îndoit), acesta se îndreaptă de exemplu cu dispozitivul reprezentat în figura 26.1. Îndreptarea trebuie făcută lent pentru a nu crea tensiuni care ar deforma din nou șurubul.

Îndreptarea se face fixînd mai întâi șurubul conducător 3 între vîrfurile strungului așezînd pe ghidajele batiului suportul de lemn 1 pe care se reazemă dispozitivul 2. Suportul împreună cu dispozitivul se deplasează odată cu căruciorul.

La această verificare se mai controlează ovalitatea și conicitatea fusurilor, după care se verifică, cu ajutorul a trei role, diametrul mediu al filetului și eroarea de pas pe toată lungimea filetului. Dacă la verificare se constată că filetul este sub limită (grosimea spirei s-a micșorat), el se recondiționează executînd o adîncire a lui, urmată de finisarea flancurilor și de o strunjire de finisare a diametrului exterior.

Adîncirea și finisarea filetului se execută fie prin rectificare (pentru filetele scurte), fie prin frezare pe strung (pentru filetele lungi).

Recondiționarea șuruburilor conducătoare se va face pe mașini-unelte în stare

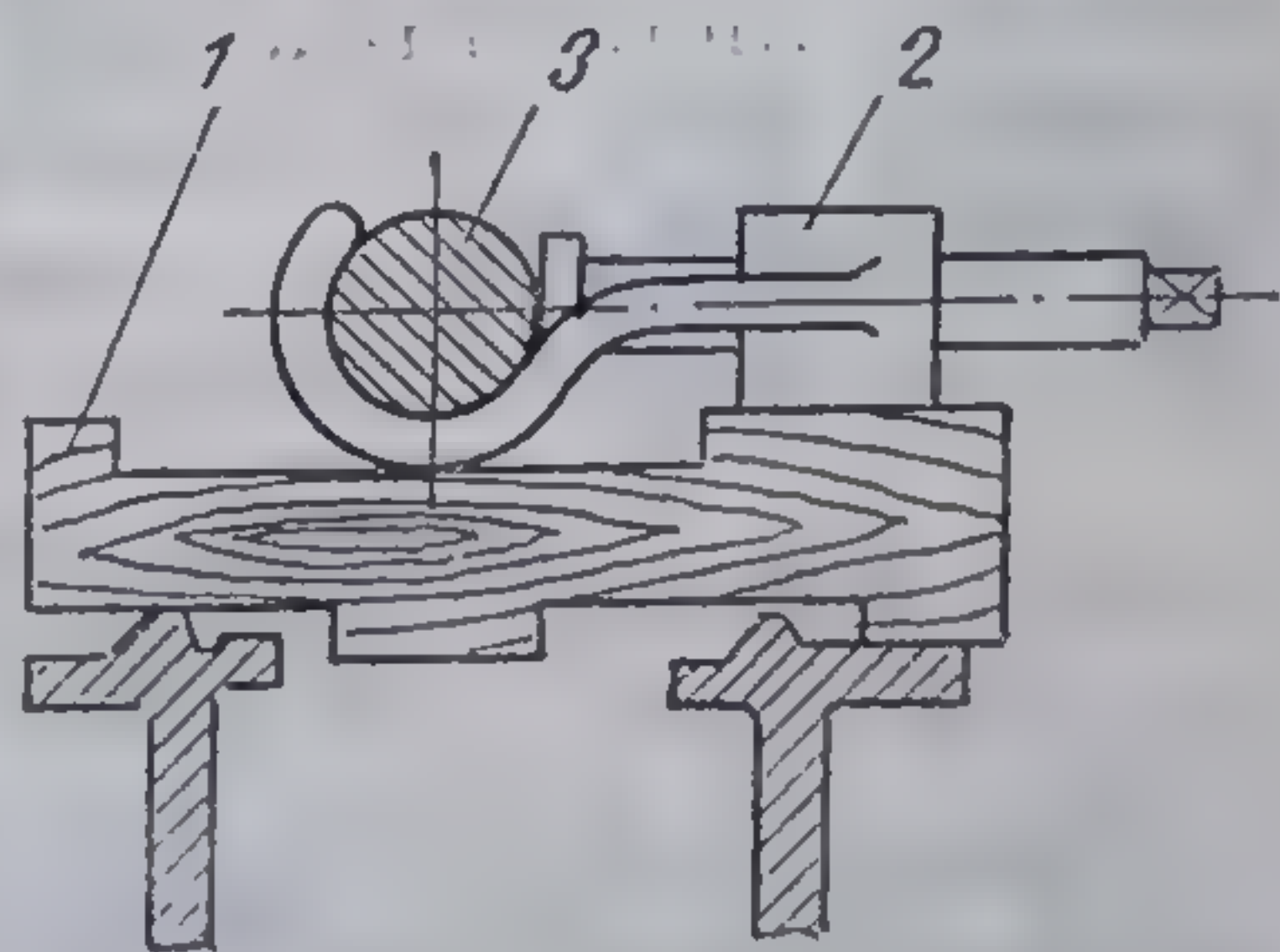


Fig. 26.1. Modul de îndreptare a șuruburilor conducătoare.

perfectă de funcționare și cu o precizie ridicată pentru a reduce și pe această cale abaterile rezultate din prelucrare.

Șurubul conducător se prelucurează între vîrfuri, iar freza sau piatra de rectificat se reglează după golul care marchează jumătatea lungimii filetului, pentru a repartiza abaterile pe ambele flancuri.

Recondiționarea șurubului conducător presupune înlocuirea piuliței cu una corespunzătoare noilor dimensiuni ale șurubului.

Fusurile uzate ale șuruburilor conducătoare și de avans se recondiționează printr-unul din procedeele arătate la subcapitolul 25.1 (rectificare, metalizare, cromare etc.).

După recondiționare, șuruburile conducătoare, în special cele lungi, pentru a nu se deforma, se păstrează pînă la faza de montaj, suspendate de un capăt, în poziție verticală.

Înlocuirea șuruburilor conducătoare se face numai în cazul cînd flancul filetului datorită uzării s-a subțiat mult și nu mai prezintă siguranță în cazul sarcinilor mari pe care le preia.

La executarea din nou a șuruburilor conducătoare, trebuie respectată calitatea materialului și procesul tehnologic de fabricație.

Pentru eliminarea tensiunilor interne din materialul șuruburilor provenite de la laminare, acestea se supun îmbătrînirii naturale sau artificiale.

Îmbătrînirea artificială poate fi făcută prin fierbere în apă la temperatura de 80—100°C timp de 24 de ore și prin fierbere și răcire repetată.

O altă metodă de reparare a șurubului conducător rezultă din analiza modului de lucru al mașinii. Deoarece la prelucrarea pieselor pe mașină nu se folosește întotdeauna cursa maximă a mașinii, rezultă că uzarea mare este numai la capătul șurubului dinspre păpușa fixă, iar cealaltă jumătate a șurubului suferă o uzare neînsemnată. Întorcîndu-se șurubul astfel ca partea mai uzată să fie spre păpușa fixă, șurubul poate lucra în bune condiții, asigurîndu-se precizia dorită a mașinii timp îndelungat.

La repararea mecanismului cu șurub, se înlocuiesc piulițele, deoarece sînt mai ușor de executat. Pentru economisirea bronzului din care se obțin piulițele, la acestea se realizează un filet nou într-o bucsă introdusă în locul filetului uzat care este îndepărtat.

Piulițele pentru șuruburile conducătoare se execută de obicei din nou, avînd dimensiunile filetului șurubului. Numai în cazul piulițelor cu fantă de reglare este posibilă recondiționarea care se face în felul următor: se determină diferența între cele două dimensiuni (cea veche și cea nouă) ale șurubului, diferență care va sta la baza închiderii fantei piuliței; se frezează fin sau se rectifică din grosimea penei de reglare; se introduce pana în locașul ei și se strînge cu șuruburi piulița la ambele capete; se adîncește filetul în aceeași ordine ca și la șurub apoi se rodează și se ajustează pana prin răzuire, pînă ce flancurile filetului calcă pe toată suprafața fără joc.

2. REPARAREA MECANISMELOR CU PISTON ȘI BIELĂ-MANIVELĂ

Mecanismele cu piston (ansamblul piston-cilindru) sînt foarte mult folosite în diferite utilaje industriale (pompe cu piston, compresoare, motoare diesel, mașini cu abur, ciocane pneumatice și cu abur, prese pneu-

matice și hidraulice etc.). Uzarea acestor mecanisme, la care pistoanele se deplasează cu viteze mari în interiorul cilindrului și lucrează la temperaturi și presiuni înalte se manifestă în special la cilindri și segmenti.

Repararea cilindrilor. De obicei, cilindrii pot prezenta defecte pe suprafața interioară (ovalitate, rizuri, crăpături etc.), deteriorări ale filetului din găuri, ruperi ale flanșelor etc.

Cilindrii cu uzări pe suprafața interioară se repară prin strunjire urmată de rectificare foarte fină. Uneori, când nu există mașini de rectificat, după strunjire se polizează suprafața interioară. Pentru a evita această operație de strunjire-rectificare prin care se ia un strat din grosimea pereților, reducându-se astfel durata de funcționare a cilindrilor, la utilajele la care uzarea cilindrilor este rapidă se introduc prin presare în interiorul cilindrului cămăși sau bucșe demontabile. Cu ocazia reparării cilindrilor se strunjesc mai întâi de câteva ori aceste cămăși, după care se înlocuiesc cu altele noi.

La cilindri se pot face și unele reparații prin sudură, ca, de exemplu: sudarea unui colț rupt la flanșa de fixare și capacul cilindrului, sudarea unei crăpături în interiorul cilindrului, după generatoare.

Repararea pistoanelor depinde de modul de reparare a cilindrilor. Astfel, dacă cilindrul se strunjește la interior, prin mărirea alezajului, pistonul nu mai poate fi folosit și se înlocuiește cu altul nou, cu dimensiuni corespunzătoare. Pistoanele se înlocuiesc, de asemenea, când prezintă crăpături circulare, ruperi între canalele pentru segmenti și marginea pistonului sau ruperi la alezajul bolțului și nu este posibilă sudarea lor.

Pistoanele de oțel ale ciocanelor pot fi reparate prin sudură și apoi strunjite la dimensiunea necesară în cazul că tija pistonului este bună. De asemenea, se pot repara prin aplicarea unui bandaj (la mașinile cu abur).

Alezajul bolțului se strunjește sau alezează dacă are joc și apoi se montează un bolț cu dimensiunea mai mare, după alezajul corectat.

Ajustarea segmentilor de piston. Segmentii sînt executați dintr-un material mai moale și de aceea se uzează mai repede în urma frecărilor ce iau naștere între ei și cilindru. De asemenea, din cauza introducerii forțate sau prea lejere în canalul pistonului, segmentii se rup foarte des. În ambele cazuri, segmentii se înlocuiesc cu alții noi pentru care, la montarea lor, este necesară o ajustare corespunzătoare, pe suprafața exterioară și în canalul din piston.

3. REPARAREA MECANISMELOR CU CULISĂ

Mecanismele cu culisă prezintă în mod obișnuit uzări la ghidajele glisierii și pietrei de culisă, la fețele laterale și alezajele pietrei de culisă și culisei și la butonul de manivelă.

Ghidajele culisei se repară prin răzuire pînă se obțin suprafețe perfect plane și paralele. Lipsa paralelismului poate conduce la înțepenirea pietrei de culisă sau la funcționarea cu șocuri în cazul jocurilor mari. Alezajele rotunde de la capetele culisei se pot aleza la un diametru mai mare, în care caz se execută bolțuri noi, sau se cromează și se rectifică sau se alezează și se presează bucșe la un diametru potrivit.

Uzarea fețelor laterale ale pietrei de culisă se repară prin răzuirea unei fețe pînă se obține suprafața plană, iar fața opusă se metalizează cu bronz și se rectifică. Se mai pot rabota fețele uzate pe care se fixează apoi plăci de bronz bine ajustate. Uzarea alezajului pietrei de culisă se înlătură prin alezarea alezajului și executarea unui alt buton de manivelă la cursor sau prin alezarea alezajului și presarea unei bucșe la diametru potrivit. Cînd uzurile pietrei de culisă sînt mari, iar prin reparare nu se asigură siguranță în exploatare a mecanismului, piatra de culisă se înlocuiește.

Dacă gaura filetată a cursorului prezintă uzură și deformații, se poate rectifica filetul interior la un diametru mai mare și se execută un șurub cu noile dimensiuni sau se alezează alezajul și se presează o bucșă filetată la dimensiunile inițiale.

Uzarea butonului de manivelă se înlătură prin rectificare, precum și prin cromare sau metalizare urmată de rectificare; butonul se mai poate strunji la un diametru mai mic, după care se presează o bucșă cu diametrul corespunzător.

VERIFICAREA CUNOȘTINȚELOR

1. În ce constă recondiționarea șuruburilor conducătoare și a piulițelor acestora?
2. Cum se realizează repararea mecanismelor cu piston și bielă-manivelă?
3. Care sînt organele mecanismelor cu culisă care sînt supuse uzărilor intense și cum se repară?

REPARAREA PIESELOR CU SUPRAFEȚE DE GHIDARE

1. REPARAREA GHIDAJELOR

Restabilirea formei geometrice a suprafețelor de ghidare ale batiurilor, meselor, consolelor etc., poate fi făcută prin trei procedee și anume:

- răzuire manuală (atunci când uzarea nu depășește 0,1—0,3 mm);
- rectificare sau broșare când uzarea este mai mare de 0,3 mm;
- răbotare apoi rectificare sau răzuire.

a. Răzuirea manuală

Această operație este anevoioasă și necesită multă manoperă, în plus, ea trebuie efectuată numai de către personal specializat.

Pentru răzuire sînt necesare dispozitive și scule adecvate, precum și aparate de măsurat și controlat corespunzătoare.

Pentru pregătirea răzuirii suprafețelor de alunecare sau de conducere ale ghidajelor și meselor, trebuie alese bazele de măsurare principale. De exemplu, la strung se alege, ca bază, ghidajul de conducere al căruciorului. La mașinile de alezat și frezat longitudinal, mașinile de burghiat prin coordonate etc., se iau ca bază suprafețele de ghidare ale montanților.

La stabilirea bazelor de măsurare principale și auxiliare trebuie să se plece de la dimensiunile, configurația și destinația suprafeței de referință care va servi ca bază pentru măsurare la răzuirea altor suprafețe.

Pentru executarea operației de răzuire a ghidajelor unui batiu, acesta este adus mai întîi în poziție orizontală, lucru care se verifică cu ajutorul unei nivele cadru, cu sensibilitatea de 0,02/1 000 mm. La măsurarea rectilinității în direcție longitudinală, nivela se așază direct pe ghidajul batiului, iar la cea în direcție transversală pe un linial (punte) plan paralel așezat pe cele două ghidaje (fig. 27.1). După definitivarea reglării orizontalității se repetă măsurările și se notează valorile obținute. Măsurările se fac în intervale de 300—400 mm. Pentru anularea influenței erorii nivelei, aceasta se deplasează paralel evitînd întoarcerea ei cu 180°. Aceeași regulă este valabilă și pentru fazele următoare, cum este verificarea verticalității coloanelor etc.

Mașina astfel așezată și fără a fi ancorată cu buloane rămîne liberă pe tot timpul reparației. Mașinile care se repară pe fundația lor proprie,

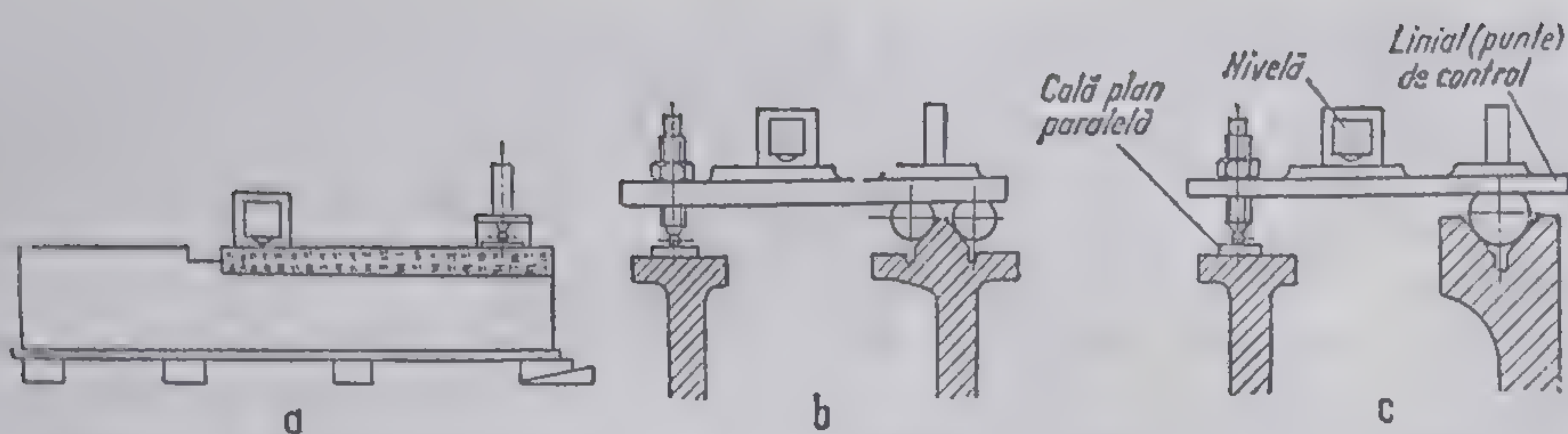


Fig. 27.1. Verificarea planeității batiului:
a — nivela așezată direct pe ghidaj; b și c — cu ajutorul unei punți de control speciale.

în timpul reparației se slăbesc buloanele, respectând aceleași reguli, arătate mai înainte.

Răzuirea se execută în două faze: degroșare și finisare. La degroșare se îndepărtează denivelările mai pronunțate fie cu răzuitorul fie cu pila. Concomitent cu operația de finisare, când se obține planeitatea precisă, se execută și operația de tușare verificând și sporind în mod progresiv densitatea petelor de contact cu linialul de control. La finisare trebuie folosite numai răzuitoare de mână cu plăcuțe din carburi metalice. Precizia obținută trebuie să se încadreze în limitele indicate în tabelul 27.1. Numărul petelor de contact admise pe suprafețele răzuite este dat în tabelul 27.2. De reținut faptul că porțiunea de lângă locul de așezare a montantului sau montanților (mașini de alezat și frezat etc.), pe o lungime de circa 300—500 mm se execută cu o ușoară înclinare progresivă în sus (până la 0,03/100) (fig. 27.2), pentru anularea efectului deformației, care este provocată de greutatea coloanei și a păpușilor.

Răzuirea începe întotdeauna cu suprafețele principale de reazem, de separație sau de ghidare, pentru a ușura verificarea suprafețelor secundare ale subansamblului. Răzuirea suprafețelor secundare se face în faza a doua, verificându-se poziția lor corectă, în raport cu suprafețele de ghidare principale. Atunci când acest lucru nu este posibil, suprafața de reazem a subansamblului pe care se montează subansamblul dat se ajustează prin răzuire. Pe suprafața ce trebuie răzuită se trasează o rețea de puncte situate în același plan, așezate mai jos decât porțiunea cea mai uzată a ghidajului. În timpul răzuirii, aceste puncte nu sînt atinse, ele servesc ca puncte de orientare, după care se răzuiește restul suprafeței. Acest procedeu asigură calitatea necesară răzuirii și reduce timpul de răzuire.

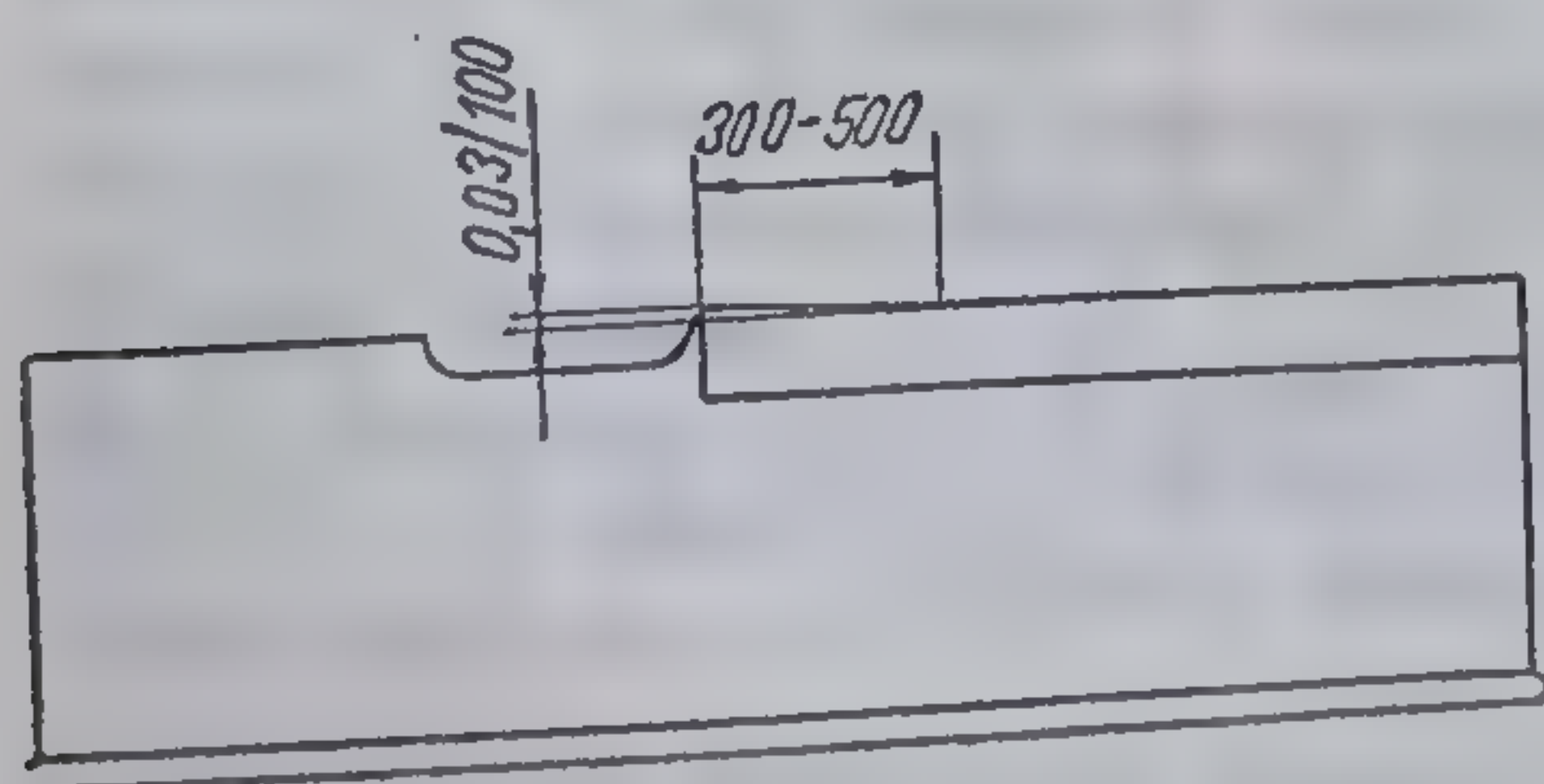


Fig. 27.2. Sensul abaterilor de care trebuie ținut seamă la răzuire.

Trasarea rețelei de puncte se face cu ajutorul unei rigle de control și sondă, când suprafețele sînt înguste, și cu dispozitivul reprezentat în figura 27.3, când suprafețele sînt mari. Rigla și dispozitivul cu două piciorușe sferice trebuie să fie strict paralele cu partea lor superioară. La operația de trasare a rețelei de puncte se va utiliza o nivelă cu bulă de

Tabelul 27.1

Planeitatea ghidajelor după răzuire



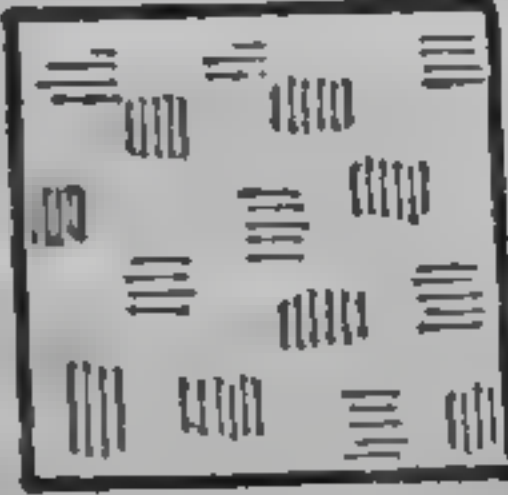
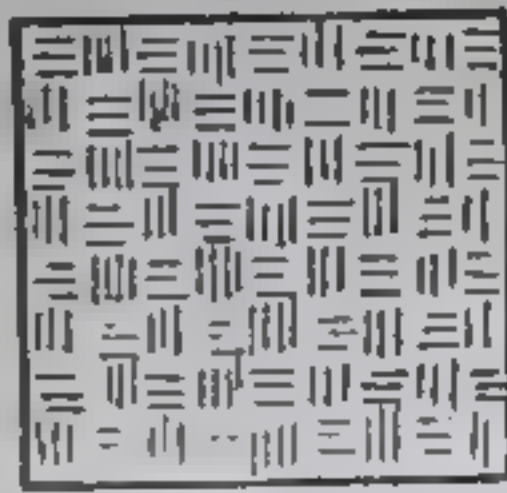
Denumirea mașinii	Felul ghidajului	Abaterea maximă admisă în direcție	
		longitudinală	transversală
		mm	
Mașini de mare precizie (mașini de burghiat prin coordonate, de rectificat filet, de rectificat roți dințate etc.)	Rectilinitatea ghidajelor alunecătoare și de conducere ale batiului	0,005/1000	0,005/1000
	Planeitatea suprafețelor de așezare a coloanelor pe batiu	0,005/1000	0,005/1000
	Împerecherea ghidajelor meselor cu ghidajele batiului (dezaxare)	0,005/1000	
	Planeitatea suprafeței meselor	0,005/1000	0,005/1000
	Planeitatea ghidajelor transverselor și coloanelor	0,005/100	0,005/1000
Mașini de precizie normală (strunguri, mașini de frezat universale, de frezat portal, mașini de rectificat de toate tipurile etc.)	Rectilinitatea ghidajelor de alunecare și conducere ale batiului (se admit numai concave)	0,02/1000	0,02/1000
	Planeitatea suprafețelor de așezare a coloanelor pe batiu	0,01/1000	0,01/1000
	Împerecherea ghidajelor meselor sau săniilor cu ghidajele batiului (dezaxare)	0,02/1000	0,02/1000
	Planeitatea suprafeței meselor	0,02/1000	0,02/1000
	Planeitatea ghidajelor transverselor și coloanelor	0,02/1000	0,02/1000

Observație. Măsurările se execută în același mod ca la verificările pentru recepție.

aer, care va indica dacă punctele ce se trasează sînt sau nu situate în același plan.

Se răzuie apoi porțiunea cea mai uzată (punctul A_1 , fig. 27.4), care trebuie să fie mai jos de cît toate punctele de uzare, după care se așază dispozitivul cu unul din piciorușe în punctul obținut A_1 și cu al doilea în punctul A_2 .

Numărul petelor de contact admise pe suprafețele răzuite

Repartizarea petelor pe suprafața controlată	Suprafețe supuse verificării	Numărul petelor de contact admise pe o suprafață de 25×25 mm
	Pentru ghidaje cu alunecare cu lățimea de peste 250 mm Pentru ghidaje de conducere cu lățimea de pînă la 100 mm	6
	Pentru ghidaje cu alunecare cu lățimea de pînă la 250 mm Pentru ghidaje de conducere cu lățimea de pînă la 100 mm Pentru lagărele axurilor cu diametrul de peste 100 mm Pentru pene și șinele de ghidare ale meselor, suporturi și alte piese mobile	10
	Pentru ghidaje cu alunecare ale mașinilor-unelte de precizie Pentru lagărele axurilor cu diametrul de pînă la 100 mm	15—16
	Pentru ghidajele cu alunecare și suprafețele de lucru ale meselor mașinilor-unelte de mare precizie	24—25

Observații: 1. Petele de contact se verifică cu ajutorul unei rame executată din tablă de oțel care are o deschidere pătrată cu latura de 25 mm.
2. Numărul petelor de contact se calculează ca o medie pe o suprafață de 100 mm².

Punctul A_2 se obține tot prin răzuire și prin citirea indicațiilor nivelei așezate pe dispozitiv (bula de aer trebuie să se găsească între repere).

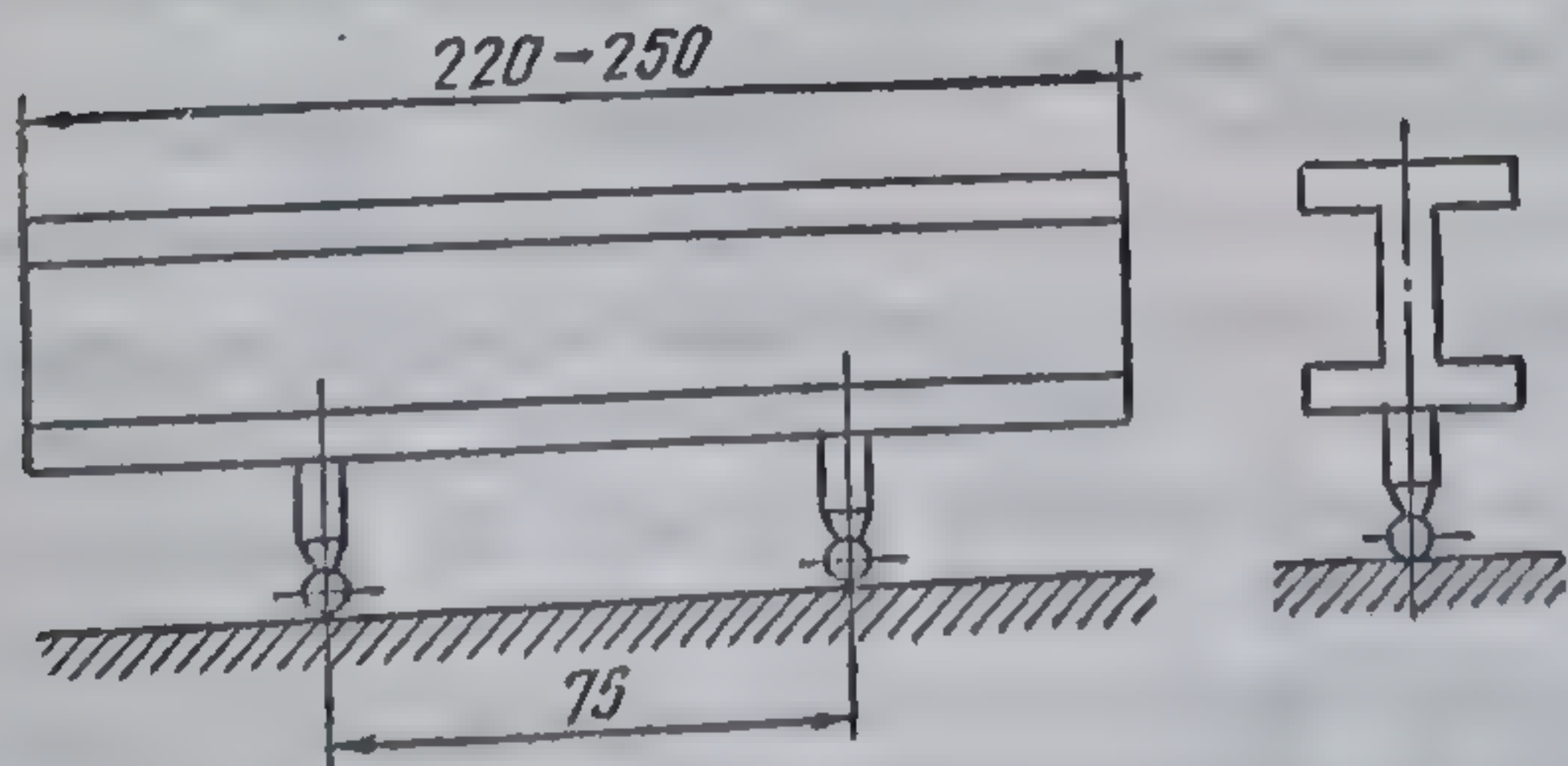


Fig. 27.3. Dispozitiv de trasat rețeaua de puncte pentru răzuire.

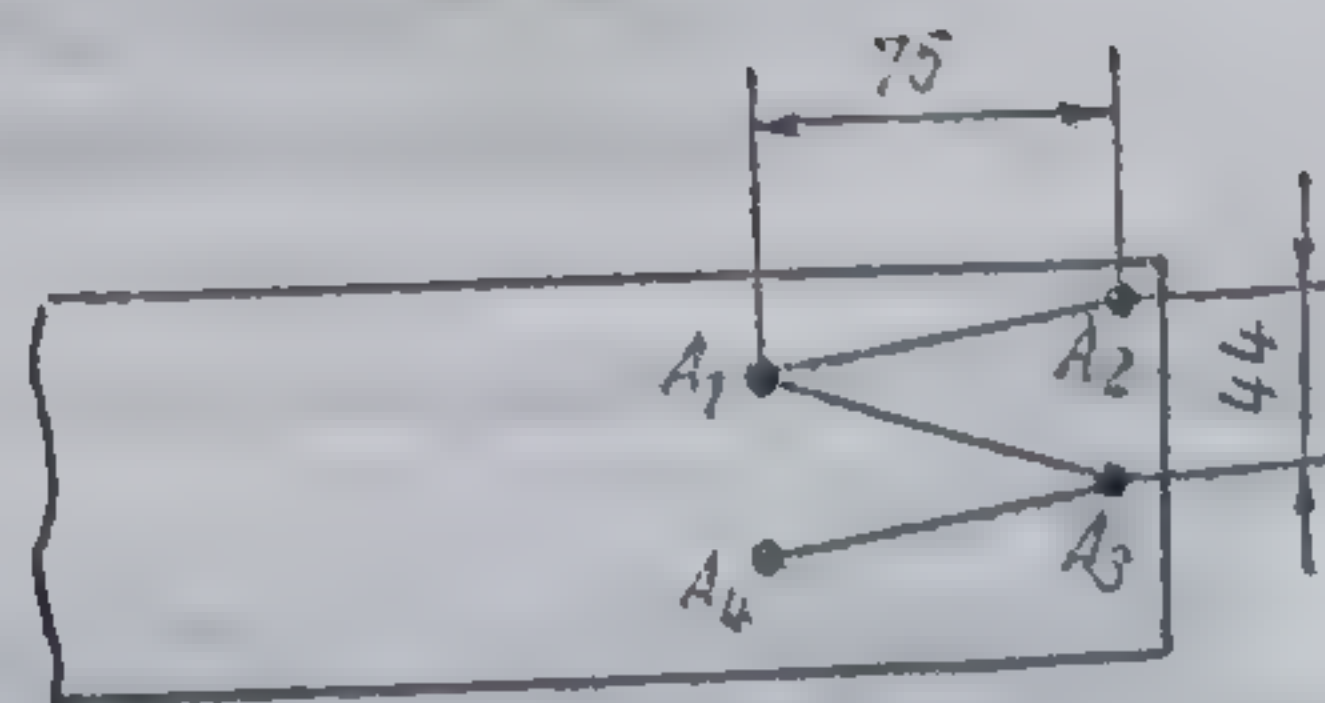


Fig. 27.4. Rețeaua de puncte pentru răzuire, trasată cu dispozitivul din figura 27.3.

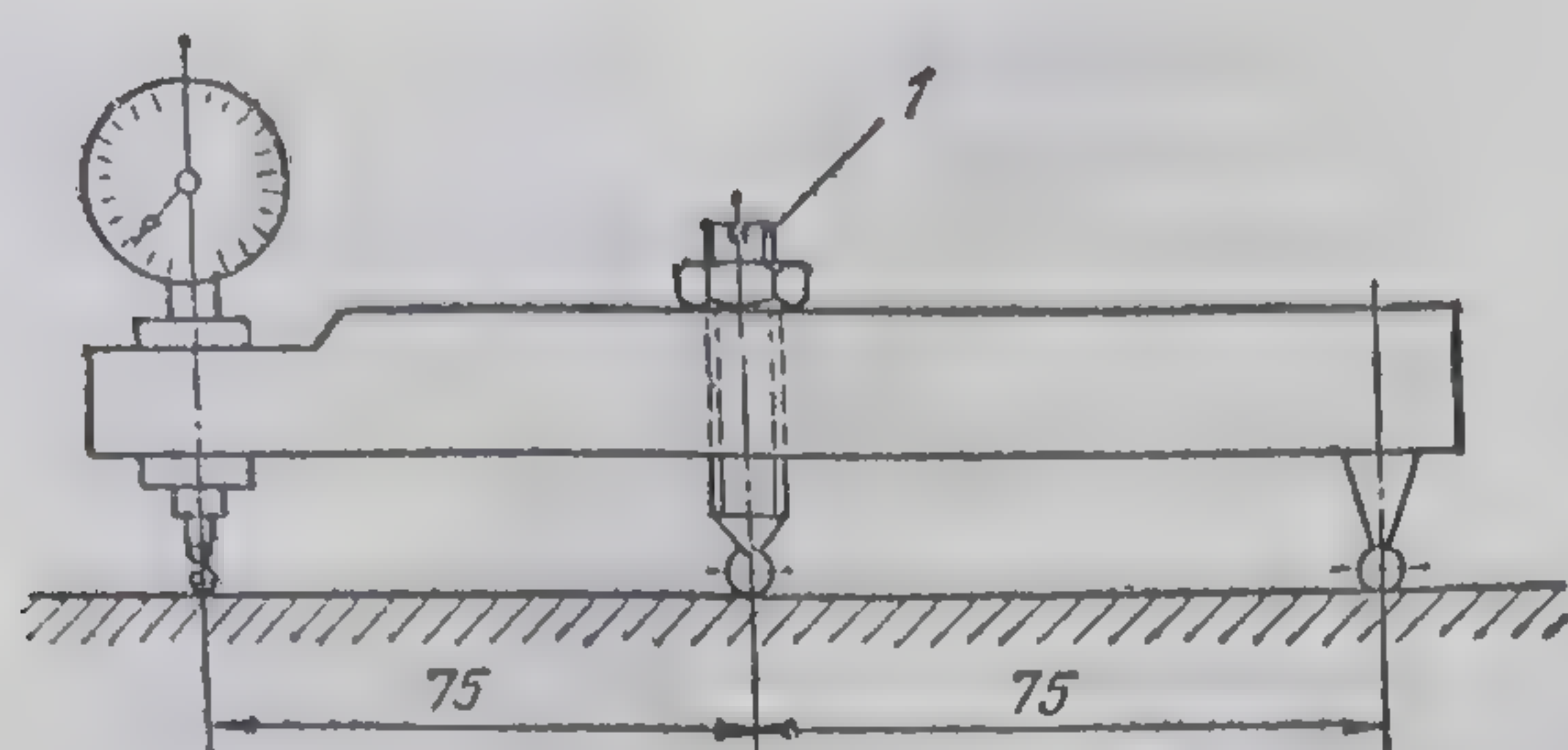


Fig. 27.5. Dispozitiv cu comparator pentru trasat rețeaua de puncte.

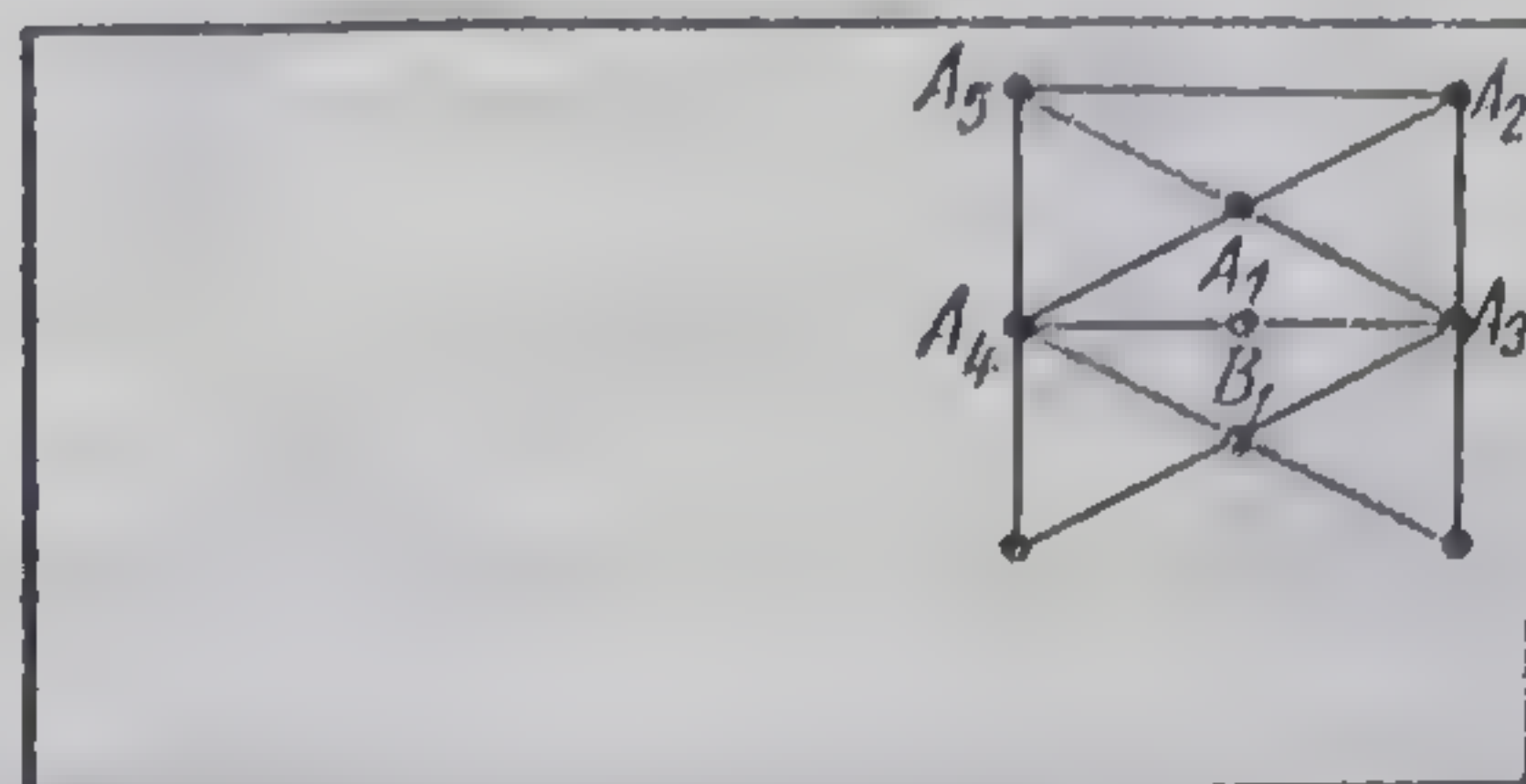


Fig. 27.6. Rețeaua de puncte pentru răzuire trasată cu dispozitivul din figura 27.5.

Prin mutarea piciorușului din punctul A_2 în A_3 și prin același procedeu se obține și cel de al treilea punct, considerat zero.

După obținerea celor trei puncte se extinde numărul lor prin folosirea dispozitivului de trasat reprezentat în figura 27.5.

Dispozitivul este reglat mai întâi pe o placă de control, în așa fel ca acul comparatorului să indice poziția zero (reglarea se face prin modificarea înălțimii piciorușului 1). Operația de trasare cu acest dispozitiv se face astfel: se așază dispozitivul cu piciorușele în punctele A_1 și A_2 și se răzuiește punctul A_4 (fig. 27.6), pînă în momentul cînd comparatorul va indica zero. Schimbînd piciorușul în A_3 , se obține punctul A_5 . Se mută apoi vîrful comparatorului în A_4 și se obține, prin răzuirea pînă la valoarea zero, punctul B_1 .

Operația se repetă pînă cînd, pe suprafața ce trebuie răzuită se obține o rețea suficientă de puncte, după care se poate trece la răzuirea restului suprafeței, fără a atinge punctele.

În cazul batiurilor cu mai multe ghidaje, în primul rînd se răzuiesc ghidajele cel mai puțin uzate, care apoi servesc ca bază pentru răzuirea celorlalte. De exemplu, la batiul unui strung se răzuiește în primul rînd ghidajul plan 1 al păpușii mobile (fig. 27.7) și apoi cel prismatic 2, fiindcă ele sînt cel mai puțin uzate și pot fi răzuite mai rapid și mai ușor. După terminarea răzuirii suprafețelor superioare ale ghidajului, batiul se așază ca în figura 27.8 pentru răzuirea suprafeței laterale B și a celei inferioare C . Așezarea se face în aceleași condiții de planeitate arătate mai înainte.

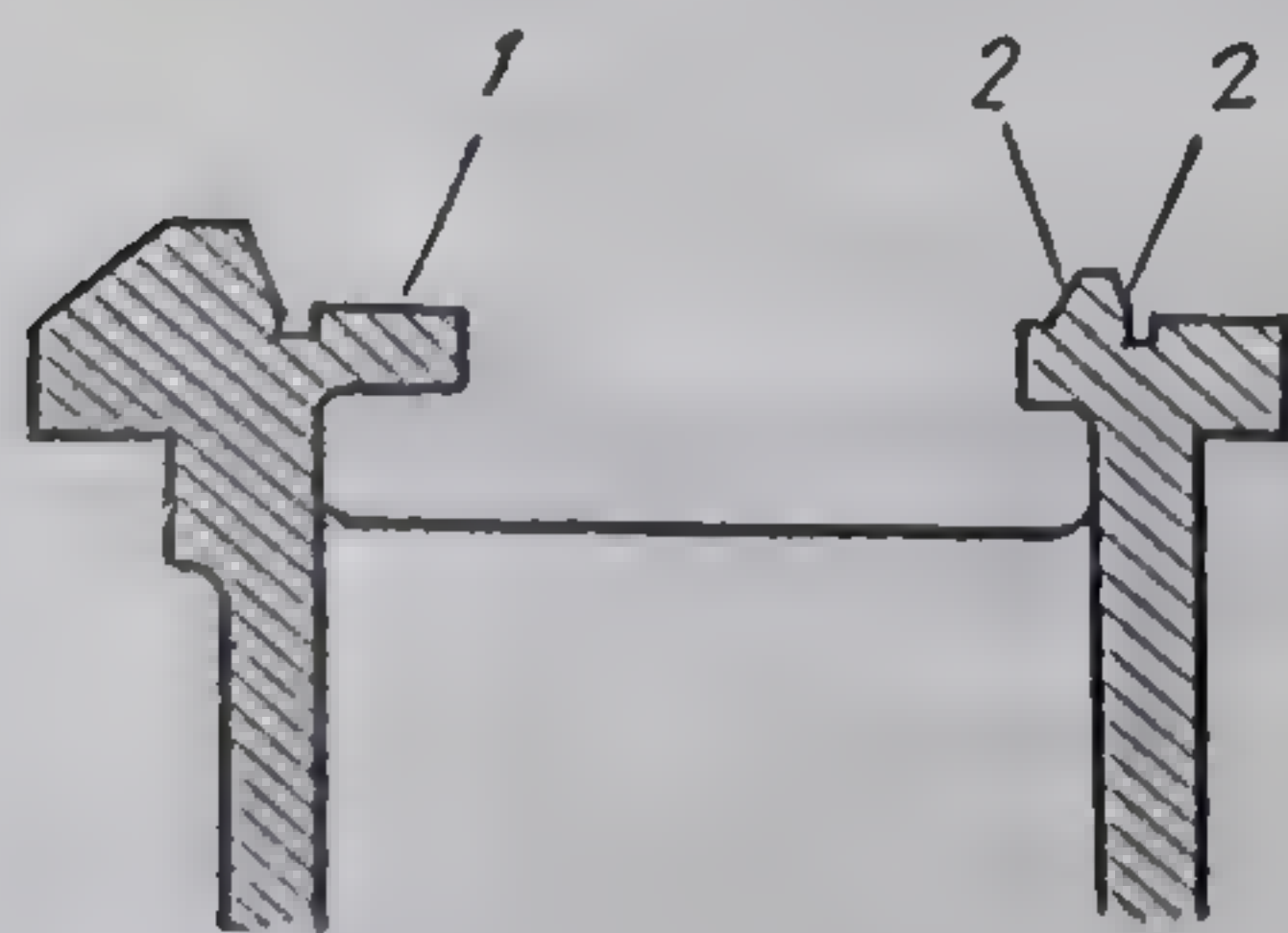


Fig. 27.7. Răzuirea unui batiu de strung.

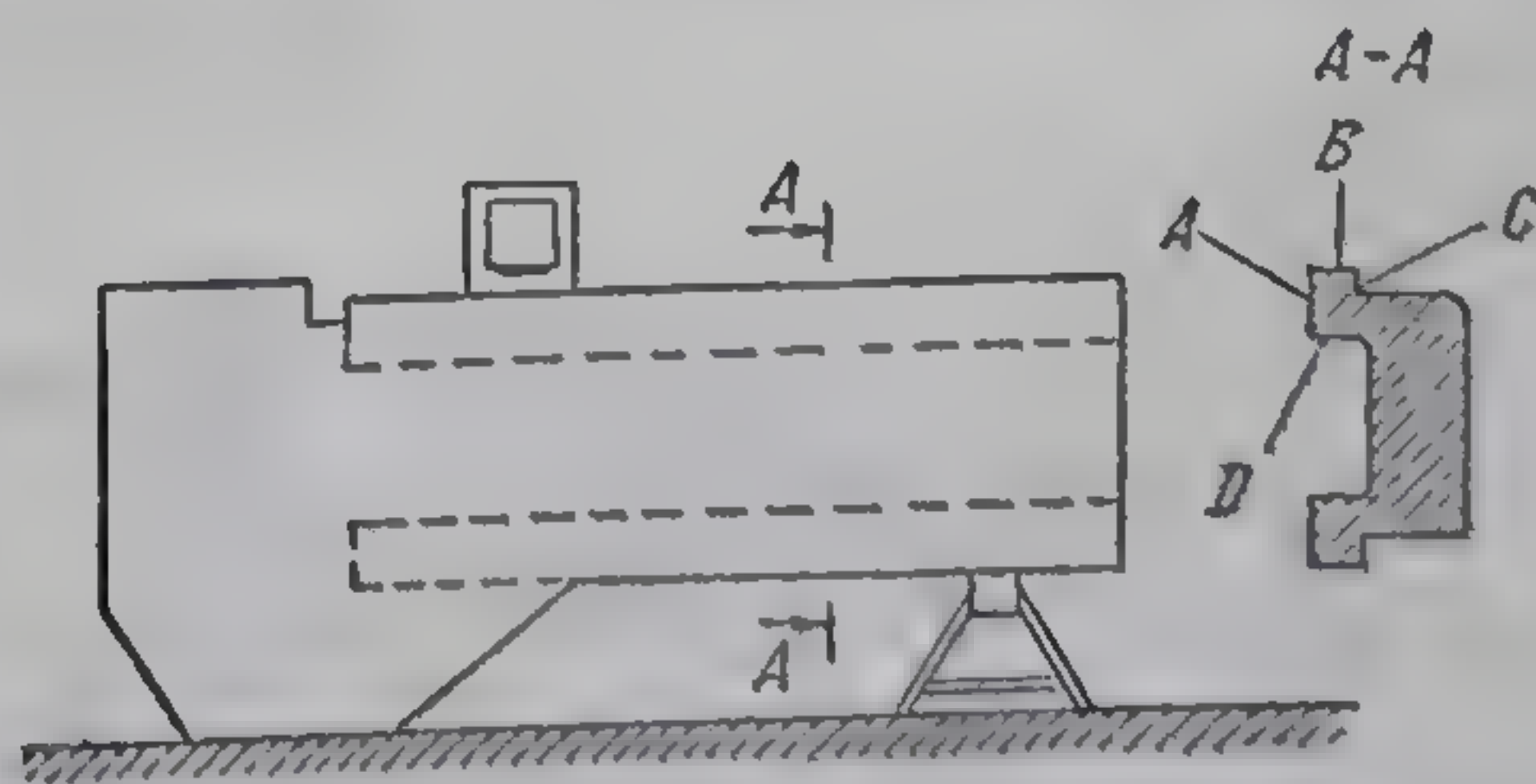


Fig. 27.8. Poziția batiului unei mașini grele (mașină de alezat și frezat) pentru răzuirea suprafețelor laterale.

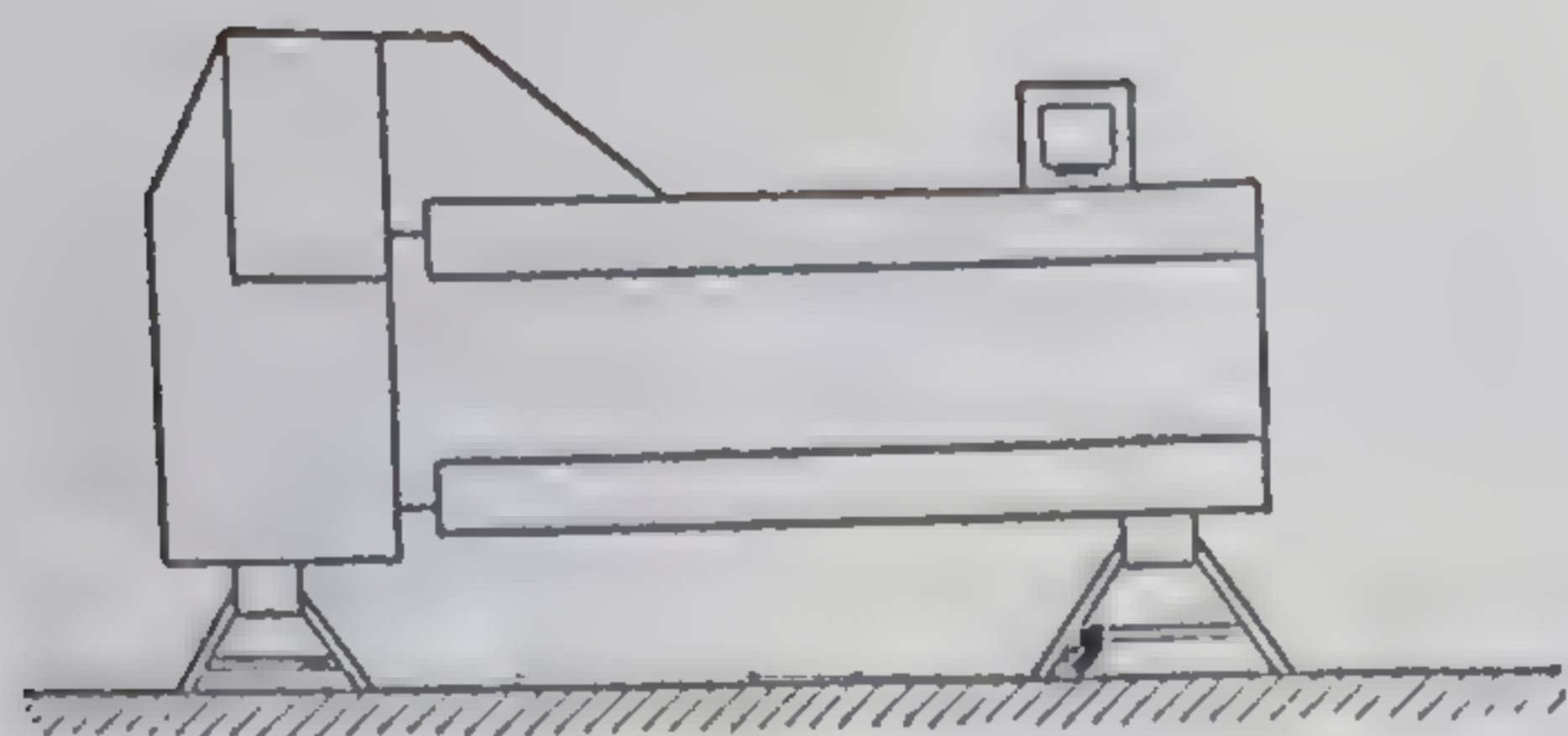


Fig. 27.9. Poziția batiului reprezentat în figura 27.8 pentru răzuirea suprafeței D.

montat pe un echer. Pentru verificarea petelor de contact se va folosi un linial de tușat de circa $20 \times 30 \times 1300$ mm, care trebuie să corespundă indicațiilor din tabelul 27.2. Pentru răzuirea restului de suprafețe se întoarce batiul ca în figura 27.9 și se procedează identic ca la operația anterioară.

După răzuire, batiul se întoarce în poziția inițială în plan perfect orizontal în vederea executării operațiilor de montaj. De reținut toleranțele între operații: pentru executarea operațiilor de reparație trebuie astfel alese încât abaterea totală după verificarea finală a mașinii-unelte să nu depășească valoarea cuprinsă în normele de verificare. În scopul reducerii volumului de lucrări la operația de asamblare (împerecherea subansamblurilor și pieselor) semnul toleranței între operații la reparații, trebuie să se stabilească în timpul reparației, în așa fel ca la asamblare, toleranțele însumându-se să se anuleze reciproc și să asigure montarea subansamblului în raport cu planul de bază în limitele preciziei stabilite.

La răzuirea ghidajelor batiului, ale mesei sau ale căruciorului trebuie să se asigure abaterile indicate în norme la deplasarea mesei sau căruciorului dintr-o poziție extremă în alta. Toate ghidajele mașinilor-unelte cu excepția strungurilor paralele se răzuiesc, cu o ușoară convexitate (bombare în sus) în sens longitudinal (fig. 27.10, *a* și *b*).

La strungurile paralele și în general la acelea la care distanța între vîrfuri depășește 750 mm ghidajele trebuie să se prezinte după răzuire astfel: ghidajul din față, convex (bombat în sus); ghidajul din spate, concav (bombat în jos).

Abaterea de la rectilinitate a ghidajelor se măsoară din centrul batiului spre extremități.

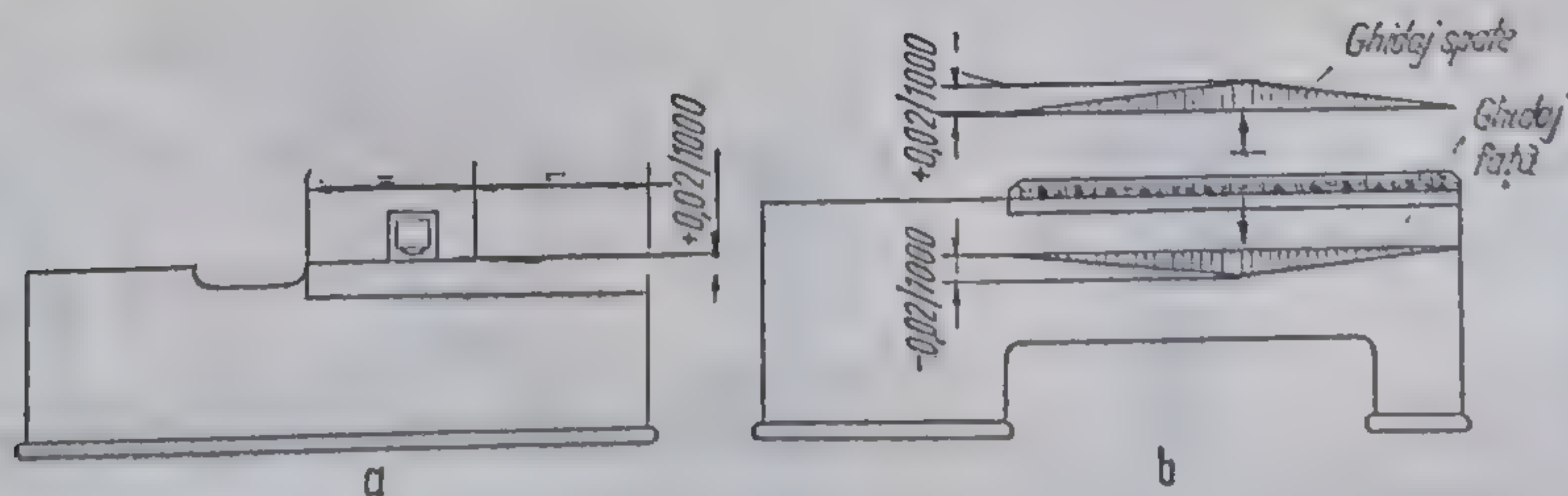


Fig. 27.10. Forma ghidajelor după răzuire:
a — pentru mașini de toate tipurile; *b* — pentru strunguri paralele.

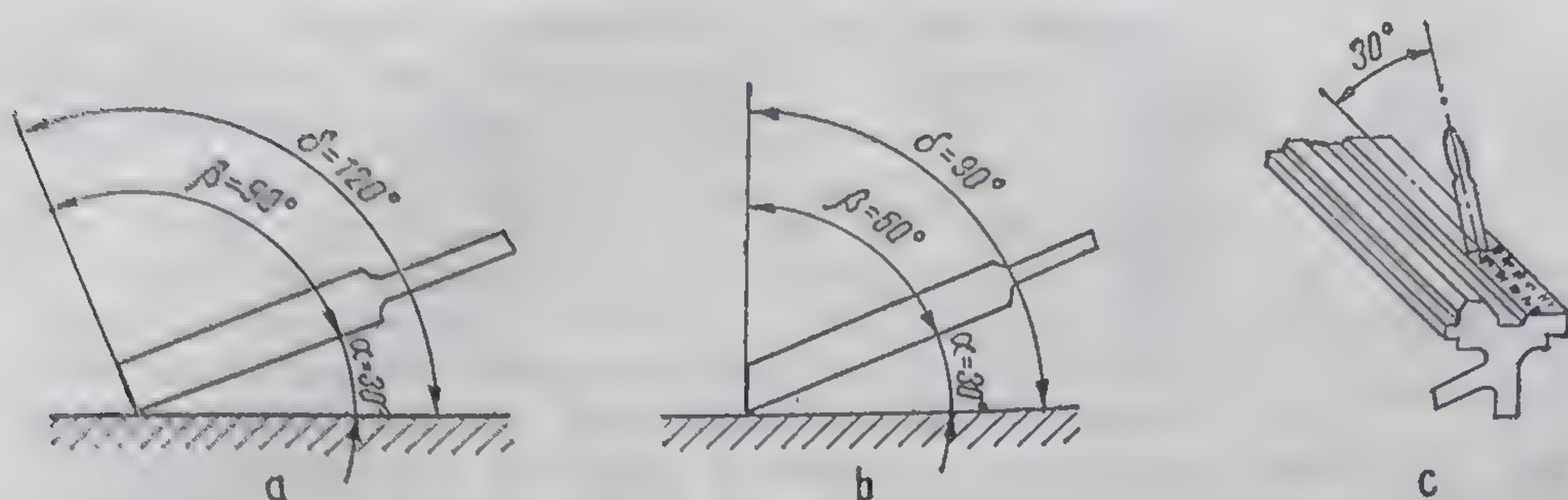


Fig. 27.11. Poziția răzuitorului în timpul lucrului:

a — răzuitor cu fațetă de așchiere dreaptă; b — răzuitor cu fațetă de așchiere la 30° ;
c — poziția răzuitorului față de batlu.

Operația de răzuire depinde de forma răzuitorului și unghiul lui de ascuțire. Acest unghi, ca și poziția răzuitorului în raport cu suprafața de prelucrat sînt indicate în figura 27.11. În timpul răzuirii, așchia de metal este îndepărtată numai în cursa activă, adică la mișcarea spre înainte. Pentru a obține o suprafață netedă și precisă, este necesar ca la sfîrșitul fiecărei curse active să se ridice răzuitorul de pe suprafața de lucru. În caz contrar pot rezulta zgîrieturi. Răzuitorul se ține cu mîna dreaptă sub un unghi de 30° față de suprafața de răzuit și i se imprimă o mișcare înainte, în timp ce cu mîna stîngă se apasă ușor înspre suprafața de prelucrat. Lungimea cursei răzuitorului și lungimea urmei lăsate de el, cum și forța de apăsare, depind de gradul de precizie a răzuirii.

Cu cît precizia ce trebuie obținută la răzuire este mai mare, cu atît lungimea urmei trebuie să fie mai scurtă. Direcția mișcării răzuitorului se schimbă tot timpul pentru ca urmele respective să fie dirijate în direcții diferite și să se întretaie (fig. 27.11, c). În urma unei astfel de prelucrări, petele obținute sînt mai vizibile, iar suprafața prelucrată mai precisă și mai uniformă. Urmele răzuitorului trebuie să capete forme aproximativ pătrate.

Operația începe cu o răzuire de degroșare, în mai multe treceri, pînă la apariția unor pete mari, repartizate uniform pe întreaga suprafață a ghidajelor. La început se răzuiește cu mișcări puternice. Cînd petele încep să devină egale, presiunea pe răzuitor trebuie micșorată. Pe măsură ce se continuă răzuirea, numărul petelor se mărește. Operația se sfîrșește cu o răzuire de finisare, fracționînd petele pînă la obținerea numărului de pete corespunzător gradului de precizie cerut.

b. Rabotarea sau frezarea ghidajelor

În cazul cînd uzarea pe anumite porțiuni a depășit 0,5 mm, ghidajele batiurilor se rabotează sau se frezează.

Rabotarea sau frezarea are drept scop să reducă din manopera de ajustare (pilire, răzuire) a ghidajelor și se execută pe mașini de rabotat cu masă mobilă, mașini de frezat longitudinal portal sau dispozitive

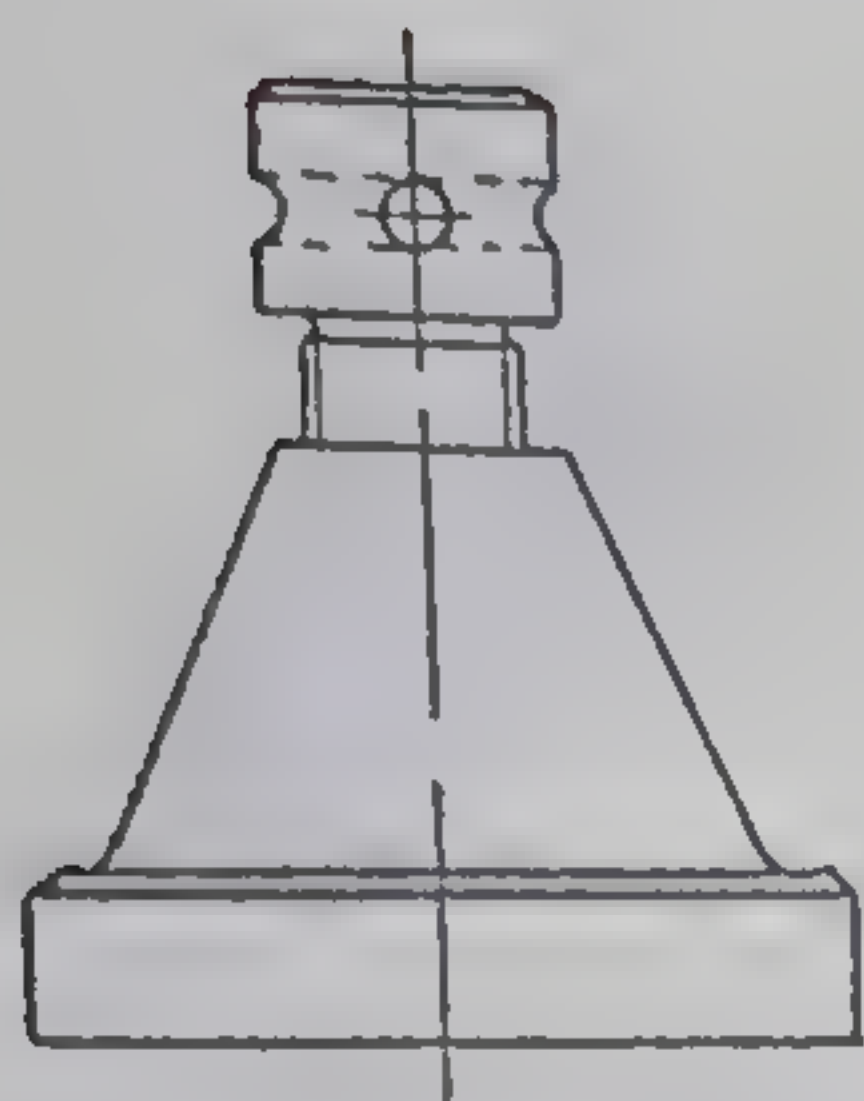


Fig. 27.12. Dispozitiv de reglat.

adecvate de rabotat. În vederea rabotării sau frezării, batiul căruia i se demontează toate subansamblurile sale, inclusiv montanții sau cutiile de viteze, se așază pe trei dispozitive de reglat (fig. 27.12), plasate în cele trei colțuri ale batiului, al patrulea colț rămâne liber pînă cînd se stabilește planicitatea și paralelismul. La așezare se vor folosi nivela cu bulă de aer și comparator. Cu nivela, batiul se așază orizontal în direcție longitudinală și transversală, iar cu comparatorul se stabilește paralelismul ghidajelor acestuia față de ghidajele mașinii, apoi se introduce cel de al patrulea dispozitiv care se reglează în așa fel încît să nu preseze în batiu. După aceea, batiul se fixează cu bride și șuruburi de masa mașinii. Rabotarea sau frezarea se execută din una sau două treceri cu scule bine ascuțite și cu avans mic pentru a obține o suprafață netedă (lipsită de urme de cuțit sau pete). Apoi urmează o răzuire pentru aducerea suprafeței în cadrul toleranțelor prescrise.

De multe ori se întîmplă, ca prin rabotare sau frezare, să se înlătorească crusta dură a ghidajului. În acest caz, după rabotare se va verifica duritatea suprafețelor prelucrate, cu un ciocan Poldy.

Dacă suprafețele ghidajelor nu mai au duritatea necesară, acestora li se vor aplica unul din tratamentele de mărire a rezistenței cum sînt: călirea superficială prin curenți de înaltă frecvență (CIF), durificare prin scînteii etc.

c. Rectificarea ghidajelor

Această operație are rolul de a îndepărta denivelările mai mici de 0,5 mm. În general prin rectificare se obține o suprafață plană și curată care nu mai necesită răzuire ulterioară. Operația se execută pe mașini speciale de rectificat longitudinal cu pietre abrazive de diametru mic, lucrînd cu turații mari și avans mic.

Așezarea pe mașină a batiului în vederea rectificării este asemănătoare cu cea arătată la rabotare.

2. REPARAREA TRAVERSELOR ȘI MONTANȚILOR

Modul de reparare este același ca la ghidajele batiurilor. De felul cum se va așeza piesa pentru răzuire depinde precizia și volumul de muncă consumat.

Înainte de răzuire se verifică perpendicularitatea montanților în planul longitudinal (fig. 27.13, a) și în planul transversal (fig. 27.13, b) față de masa mașinii, stabilindu-se înclinația lor.

După aceea, montanții se demontează și se așază cu capătul superior în canalul unui suport special 1 (fig. 27.14), strîngîndu-se cele două bride cu șurub 2. Cu ajutorul cepului 3 introdus în orificiul lateral al montantului, acesta, prin intermediul scoabelor 4, presează asupra suportului. Între fundul canalului suportului și montant, precum și între bridele cu șurub și montant se introduc garniturile de cupru 5. Sub baza

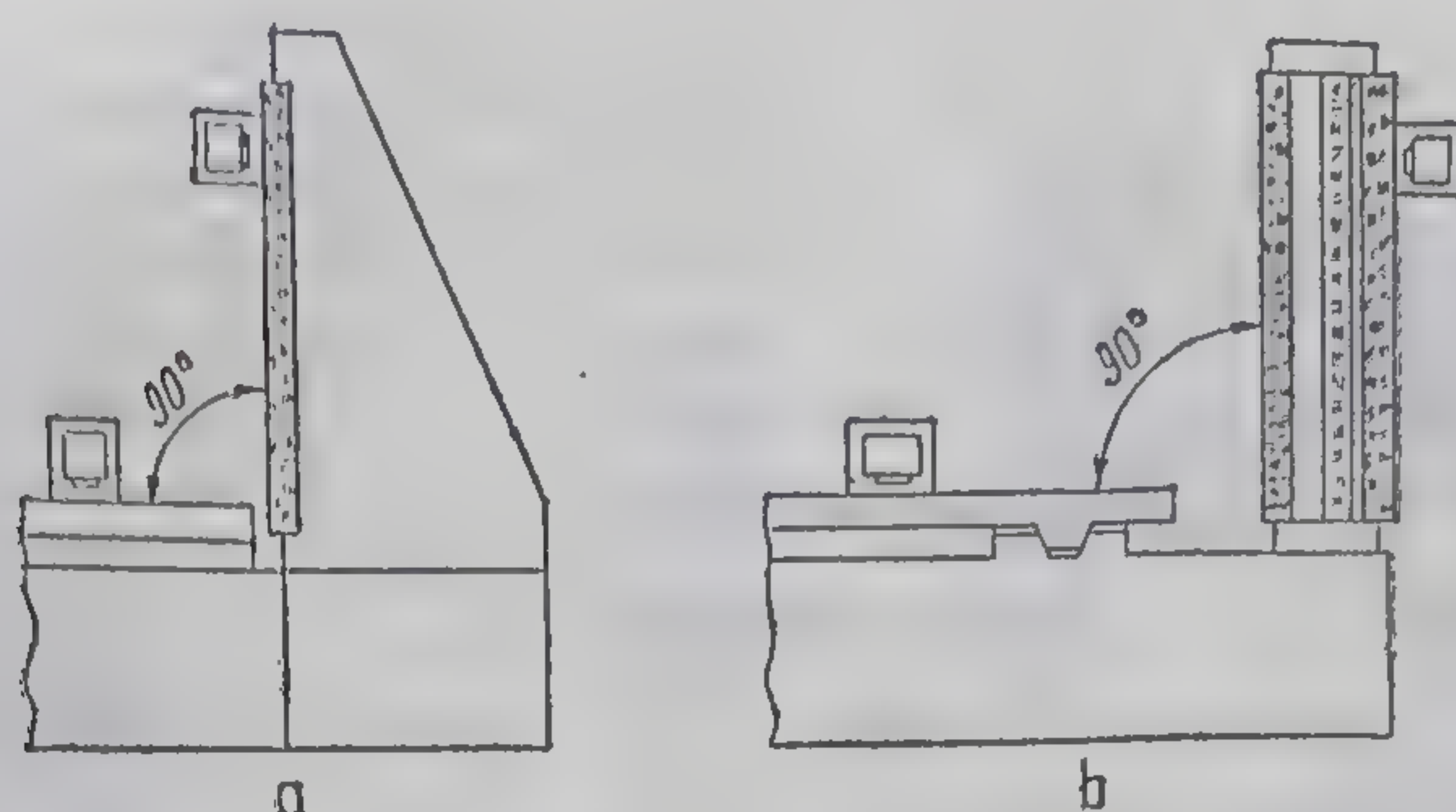


Fig. 27.13. Verificarea perpendicularității montanților:

a — în plan longitudinal; *b* — în plan transversal.

de reazem a coloanei și sub suport se așază sabotii de reglare 6. Reglarea poziției coloanei în direcție longitudinală se face prin reglarea sabotului așezat sub baza de reazem a coloanei, iar în direcție transversală prin reglarea sabotilor așezați sub suport.

În direcție longitudinală, montantul se verifică cu ajutorul nivelei așezate în locurile de uzură minimă a ghidajului (la capătul superior sau inferior), iar în direcție transversală — cu ajutorul nivelei așezate pe un dorn calibrat pus transversal pe ghidaje și tot în locurile de uzură minimă. După această așezare se poate începe răzuirea. Pentru răzuirea ghidajelor laterale, montanții se așază cu unul din planele laterale în sus. Sub capătul superior al coloanei se așază un sabot de reglare, iar sub baza de reazem a montantului doi saboti de reglare. În direcție transversală, poziția montantului se reglează cu sabotii, așezați sub baza de reazem a montantului. Verificarea se face cu ajutorul unei nivele cadru, care se aplică pe un dorn calibrat așezat vertical pe suprafețele 1 și 2 (fig. 27.15).

În direcție longitudinală poziția coloanei se verifică cu nivela cu bulă de aer plasată la capetele coloanei.

După răzuirea planului p_1 montantul se întoarce pentru a se răzui și planul p_2 .

După răzuirea ghidajelor se răzuiesc bazele montantului.

La traverse, în primul rând se răzuiesc ghidajele pe care se deplasează cărucioarele arborilor principali. După verificarea rectilinității și

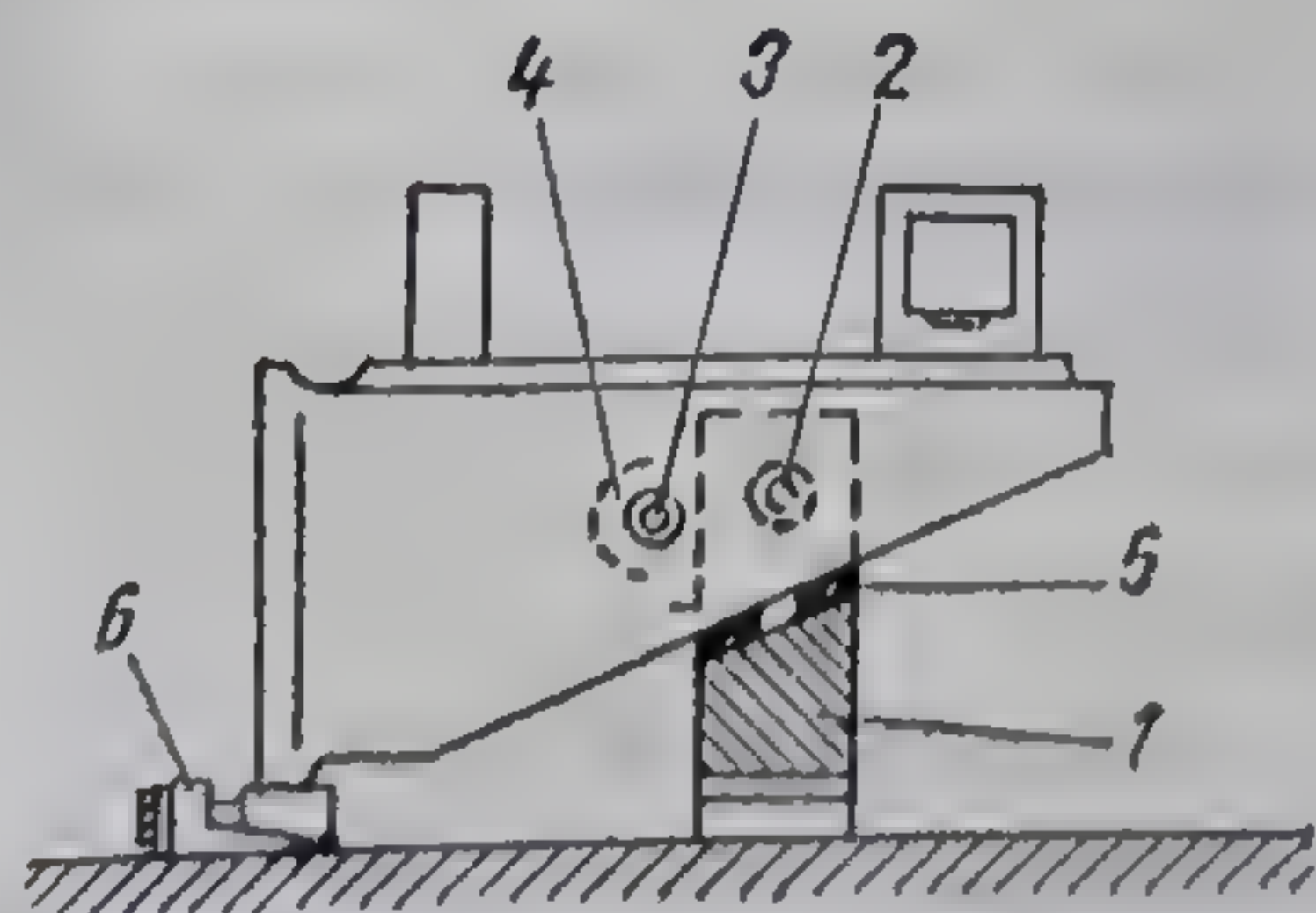


Fig. 27.14. Poziția montantului pentru răzuirea suprafețelor laterale.

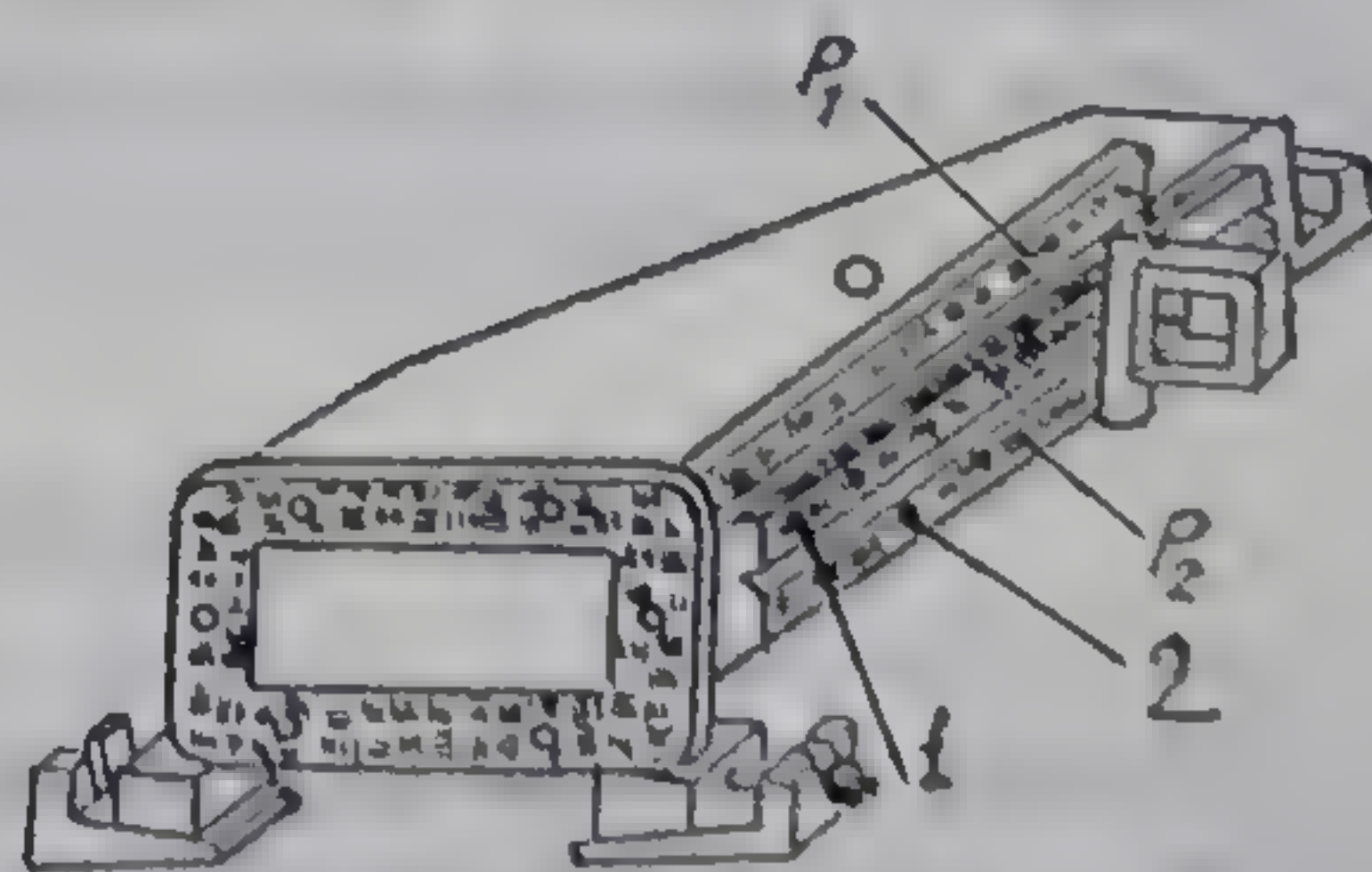


Fig. 27.15. Dispozitiv de fixare a traverselor pentru răzuire.

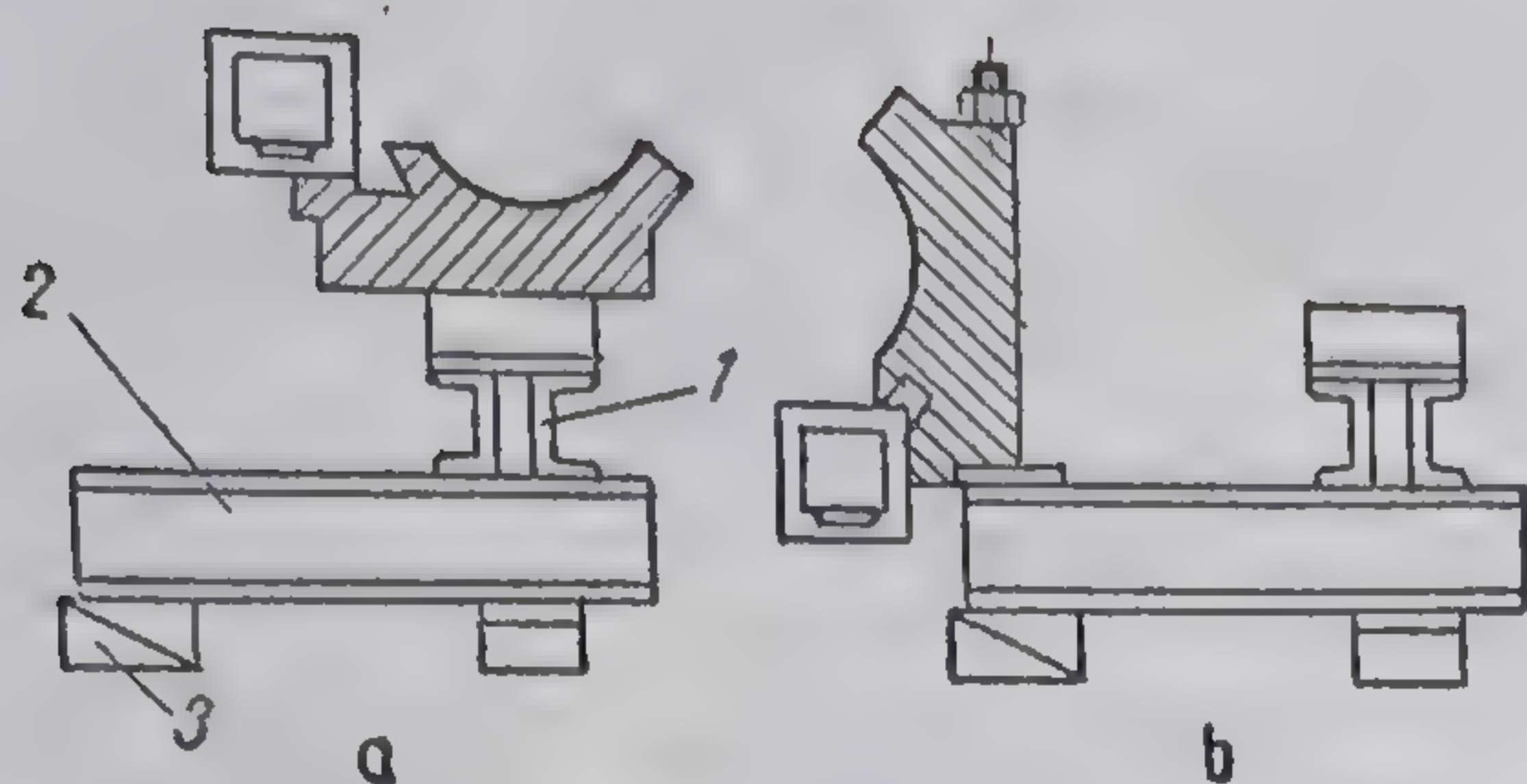


Fig. 27.16. Verificarea paralelismului ghidajelor cu ajutorul a două comparatoare.

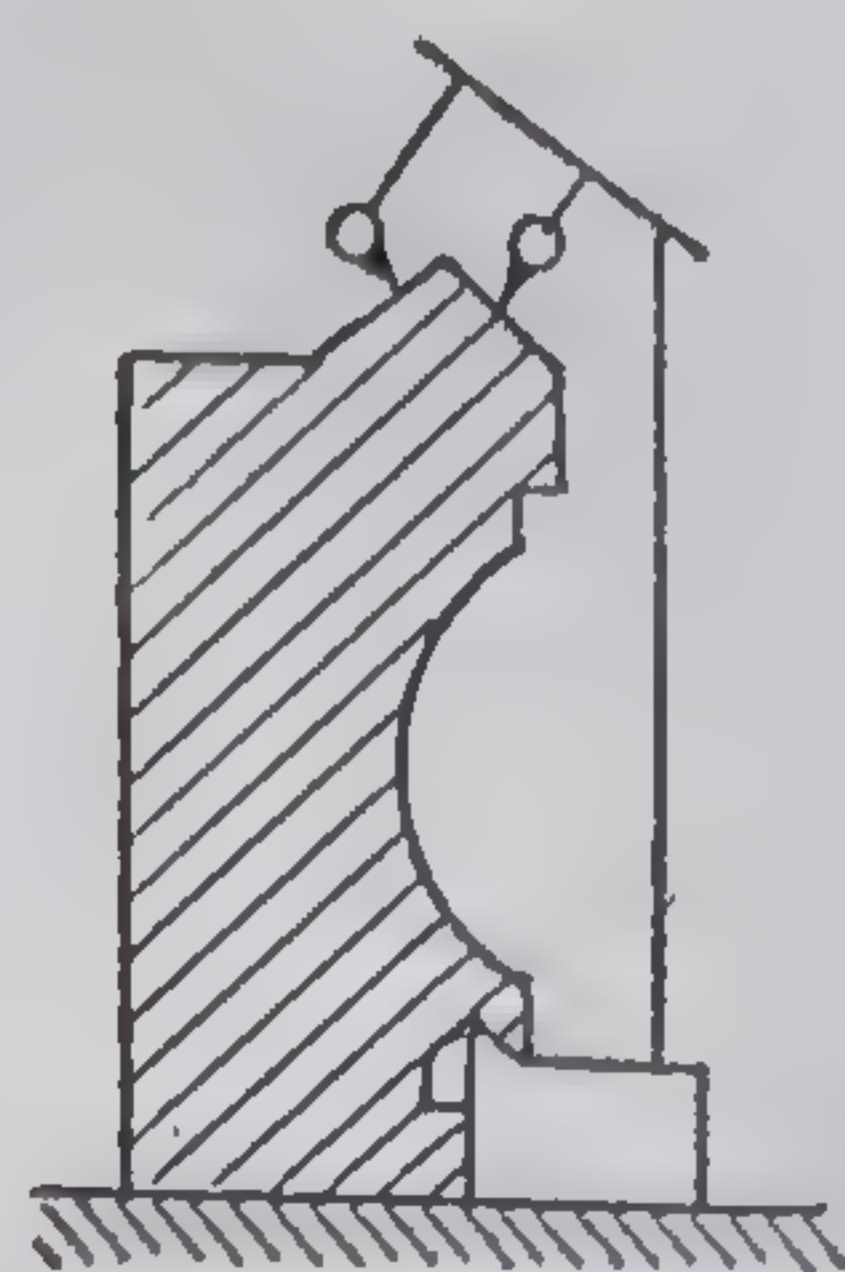


Fig. 27.17. Răzuirea ghidajelor unei sănii.

paralelismului acestora, se răzuiesc ghidajele de mișcare pe montanți, verificându-se așezarea lor într-un singur plan paralel la ghidaje.

În vederea răzuirii, traversa se fixează pe cadrul special 1 (fig. 27.16) montat pe suportul 2. Reglarea orizontalității traversei se face cu penele 3.

Paralelismul ghidajelor prismatice ale traverselor se verifică cu ajutorul a două comparatoare (fig. 27.17).

3. REPARAREA MESELOR

La repararea meselor, se are în vedere:

- stabilirea deformării suprafeței superioare a mesei (în sens convex);
- prelucrarea suprafeței superioare (detașarea stratului ecruisat înainte de demontarea mesei de pe mașină);
- prelucrarea ghidajelor mesei urmată de controlul preciziei de contact;
- prelucrarea de finisare a feței superioare a mesei;
- repetarea controlului preciziei de contact a ghidajelor.

Pierderea preciziei de contact arată că la prelucrarea feței superioare, stratul ecruisat nu a fost detașat în întregime; în acest caz este necesară o nouă ajustare a ghidajelor mesei după ghidajele batiului.

Este contraindicat ca între două reparații să se prelucreze numai suprafața superioară a mesei fără repararea ghidajelor.

Mesele mașinilor de înaltă precizie se repară numai prin răzuire și se începe întotdeauna cu oglinda mesei și apoi cu ghidajele de alunecare.

4. REPARAREA SĂNIILOR PRINCIPALE

Această reparare constă din ajustarea suprafețelor de contact cu batiul și cu sania transversală și se face la terminarea reparării ghidajelor batiului. Sania se așază pe ghidajele batiului acoperite cu vopsea și presînd alternativ pe colțurile ei, se verifică prezența sau absența devie-

rilor. Loviturile saniei de batiu se aud în cazurile când sania are deformații. Ajustarea saniei la ghidajele batiului se face mai întâi cu pila și apoi cu răzuitorul dacă denivelările variază între 0,2—0,4 mm. Pilirea începe cu colțurile pe care se sprijină sania. Răzuirea se face în așa fel încît o sondă de 0,03 mm să nu intre la cepete mai adînc de 10 mm. Planeitatea se verifică cu linialul de tușat. Numărul petelor admis pe o suprafață de 25×25 mm este de 8—10. După aceea, se răzuiesc suprafețele 3, 4, 5 și 6 (fig. 27.18) în ordinea următoare:

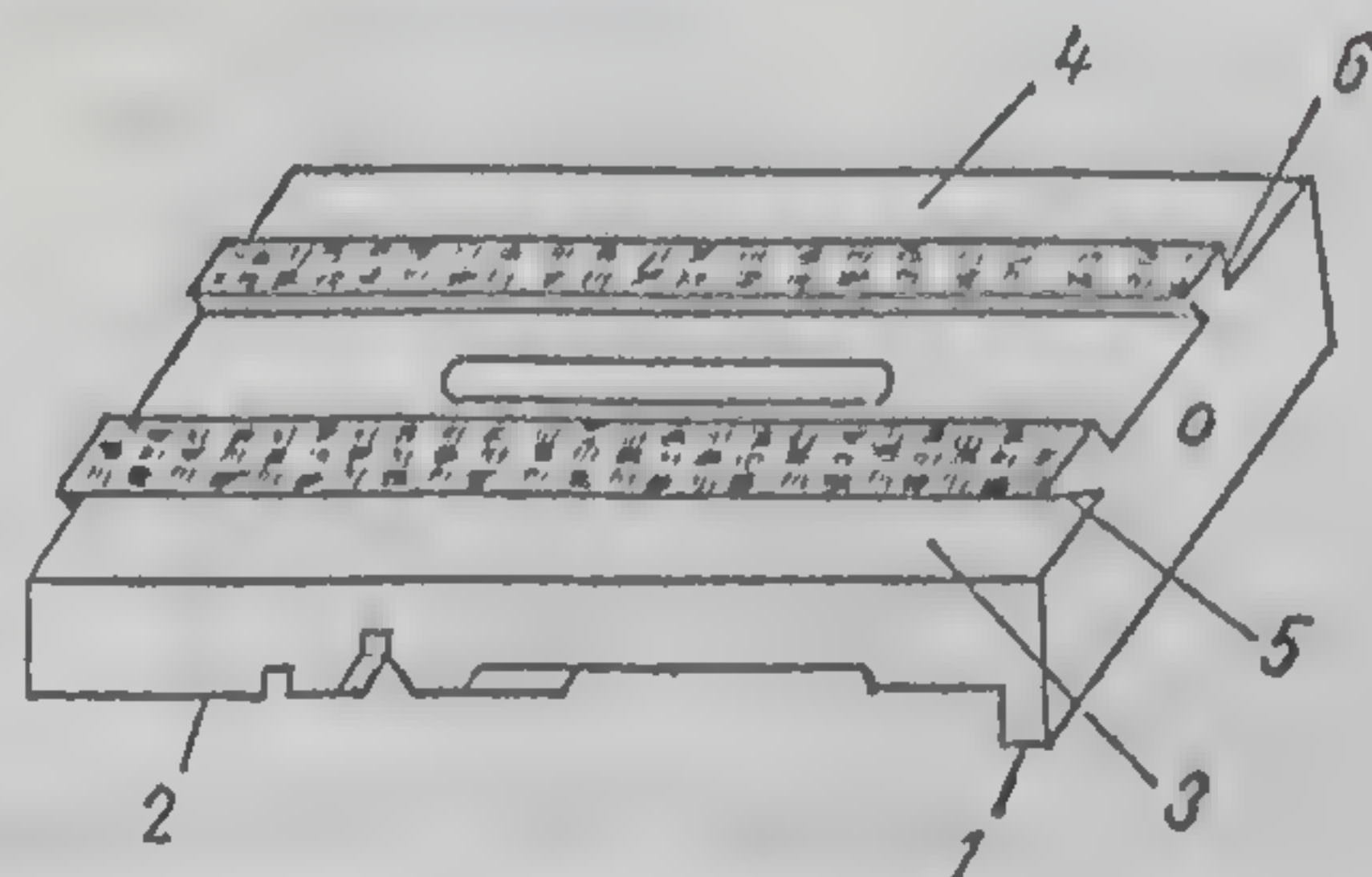


Fig. 27.18. Ordinea de răzuire a suprafețelor.

- suprafețele 3 și 4 se ajustează după suprafețele de contact ale saniei transversale, iar fețele de contact se verifică cu un linial triunghiular de tușat;

- suprafața 5 se ajustează după pana de ghidare a tălpii, verificându-se cu vopsea petele de contact și perpendicularitatea ei pe ghidajele batiului;

- suprafața 6 se ajustează tot după pana de ghidare a tălpii iar paralelismul suprafețelor 5 și 6 se verifică în plan orizontal.

Plăcile de strîngere inferioare se răzuiesc după ghidajele 1 și 2 ale batiului, separat pe porțiunea de contact cu ghidajele și trebuie să fie strict paralele cu suprafața de așezare pe sanie. Apoi se răzuiesc suprafețele de așezare a lor pe sanie. Răzuirea se consideră terminată atunci cînd o sondă de 0,03 mm nu pătrunde între placa de strîngere și ghidajul inferior. Prin strîngerea plăcilor, sania trebuie să se deplaseze ușor pe ghidajele batiului.

În cazul că uzura ghidajului este așa de mare încît necesită adausuri între ghidajele saniei și ale batiului se procedează în două feluri:

- prin rabotarea suprafețelor de așezare ale subansamblurilor respective cînd deplasarea este sub 2 mm și aducerea la coaxialitatea cerută; în acest caz o sanie de piese care vin în contact prin asamblare ca: roți dințate, piulițe de antrenare etc. trebuie să li se micșoreze forma, să li se schimbe modulul și numărul de dinți etc.;

- prin aplicarea de adausuri pe ghidajele saniei longitudinale.

5. NORME DE TEHNICĂ A SECURITĂȚII MUNCII LA REPARAREA PIESELOR CU SUPRAFEȚE DE GHIDARE

În afară de aplicarea regulilor generale de tehnică a securității muncii, se va ține seama și de normele de tehnică a securității muncii specifice operațiilor de reparare a pieselor cu suprafețe de ghidare, cum ar fi:

- organizarea rațională a locului de muncă și dotarea acestuia cu scule corect ascuțite, care să prezinte mînere fixate corespunzător;

— pentru prevenirea accidentelor cauzate de așchiile care se detașează în procesul de așchiere, se vor folosi ecrane, apărători, ochelari și chiar panouri de protecție;

— se va acorda atenție la ridicarea și transportarea batiurilor, meselor, traverselor etc. cu ajutorul mijloacelor de ridicat și transportat;

— verificarea operațiilor executate se va face cu mijloace de controlat și verificat, precum și cu dispozitive adecvate în stare perfectă de funcționare.

De asemenea, se vor lua măsuri de curățire a locurilor respective de materiale inflamabile.

VERIFICAREA CUNOȘTINȚELOR

1. Să se indice tehnologia de reparare a ghidajelor batiurilor prin răzuire manuală.
2. În ce situații se aplică rabotarea sau frezarea ghidajelor și cum se realizează?
3. Să se indice tehnologia de reparare a traverselor și montanților.
4. Să se precizeze etapele în care se face repararea săniilor în funcție de mărimea uzării ghidajelor.

CAPITOLUL 28

REPARAREA INSTALAȚIILOR HIDRAULICE ȘI PNEUMATICE

Repararea instalațiilor hidraulice și pneumatice se referă îndeosebi la repararea pompelor, motoarelor hidraulice și pneumatice, sistemelor de distribuție și de reglare a debitului, conductelor etc.

1. REPARAREA POMPELOR

Din cauza uzării pieselor pompei, debitul acesteia scade și nu mai asigură cantitatea de ulei sub presiunea necesară celorlalte elemente ale acționării hidraulice.

La pompele cu roți dințate se uzează suprafața interioară a corpului, flancurile dinților, suprafețele frontale ale roților dințate, ale garniturilor și arborele de acționare.

Alezajele din corpul pompei se recondiționează prin încărcare cu alamă și apoi alezare la dimensiunea nominală sau prin presarea unor semibucșe. Suprafața interioară a corpului pompei se poate repara, de asemenea, prin alezare și rectificare. Roțile dințate se înlocuiesc cu altele noi numai dacă sînt foarte uzate, admițîndu-se un joc maxim de 0,1 mm. Garniturile de fontă se rectifică în scopul asigurării paralelismului lor; se admite o abatere de 0,01 mm. Pentru funcționarea normală a pompelor este necesar ca între dinții roților dințate și garniturile de fontă să existe un joc de 0,03—0,05 mm.

La pompele cu palete uzura cea mai mare are excentricul (rotorul), paletele, capul și inelele de etanșare. Excentricul se repară prin rectificarea profilului pînă la eliminarea urmelor de uzare. Cînd uzarea este prea mare, se înlocuiește cu unul nou. Urmele de uzare pe fețele frontale ale rotorului se elimină prin rectificare. În cazul unei uzări mari a fusurilor rotorului, acestea se recondiționează prin cromare, urmată de rectificare.

Canalele de montare ale paletelor cu uzări sub 0,1 mm se repară prin rectificare și rodare, asigurîndu-se paralelismul suprafețelor laterale. Trebuie evitată mărirea exagerată a lățimii canalelor căci aceasta necesită mărirea lățimii paletelor, care nu poate fi mai mare de 2,25—2,50 mm.

După reparație, pompele se probează pe bancul de probă unde se verifică etanșeitățile și caracteristicile tehnice. În general, pompele trebuie să se rotească liber cu mîna sau cu un efort minim, trebuie să înceapă

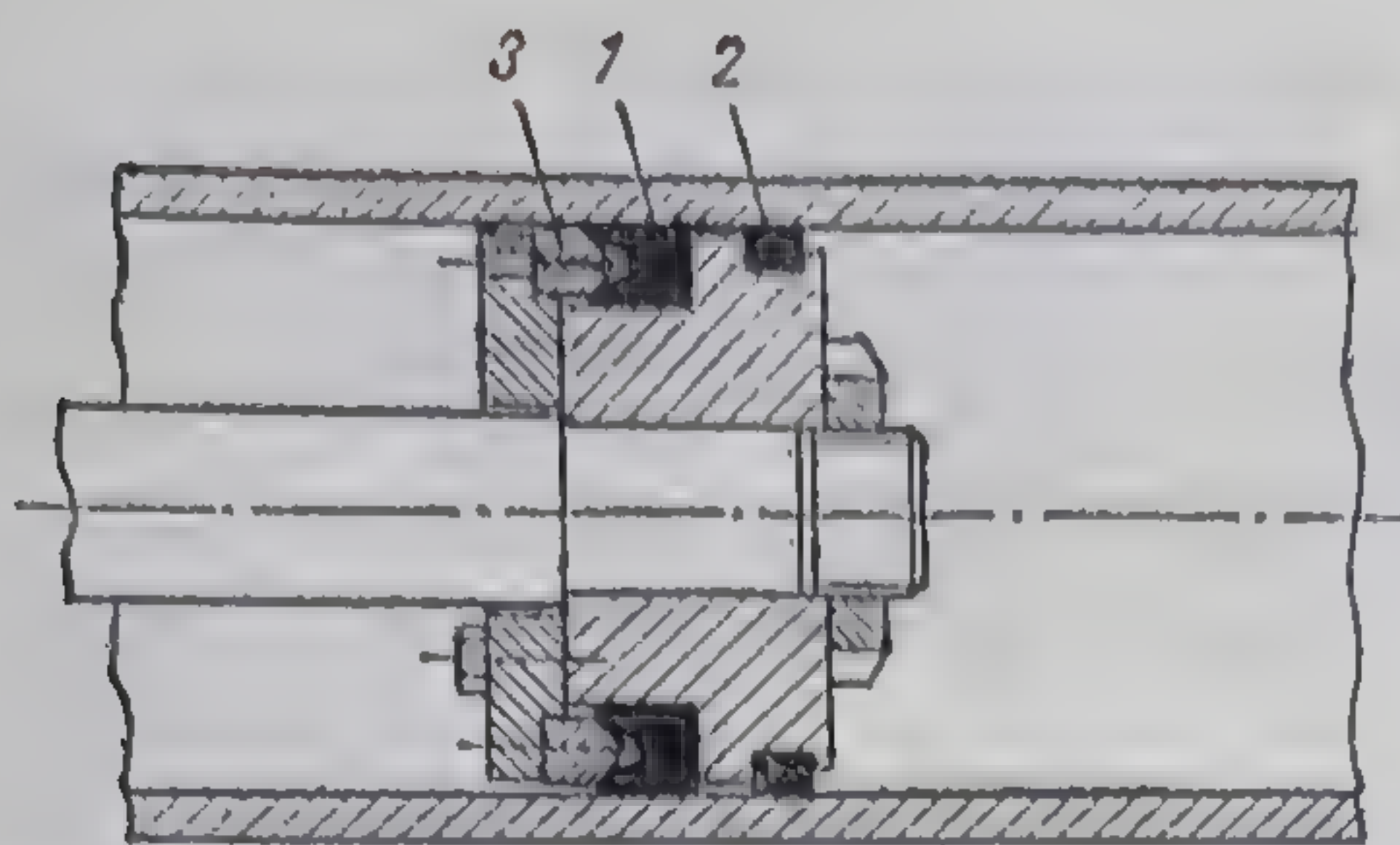


Fig. 28.1. Piston cu garnituri din cauciuc cu inserție textilă.

refularea lichidului fără o umplere prealabilă, iar în timpul funcționării nu se admit zgomote, vibrații și încălziri excesive locale.

2. REPARAREA MOTOARELOR HIDRAULICE ȘI PNEUMATICE

Repararea motoarelor hidraulice rotative se face în același mod ca la pompele hidraulice.

Repararea motoarelor cilindrice hidraulice și pneumatice constă de obicei în alezarea și rodarea cilindrilor, dacă prezintă ovalități peste limitele admise, înlocuirea garniturilor sau segmentilor pistoanelor și rectificarea și rodarea tijei pistonului.

În figura 28.1 este reprezentat un piston cu garnituri din cauciuc cu inserție textilă 1. Garnitura de etanșare 2 se execută de obicei din polietilenă, cu duritate 95—100 Shore, iar inelul de presiune 3, din oțel. Garniturile de etanșare mai pot fi executate din cauciuc rezistent la ulei și din piele.

Etanșările tijei pistonului la capetele cilindrului se fac de asemenea cu garnituri duble din cauciuc cu straturi textile sau din piele.

Repararea motoarelor pneumatice cu membrană constă în înlocuirea membranei (element supus unei uzări mai mari) și a garniturilor și în repararea tijei.

3. REPARAREA CONDUCTELOR, A PIESELOR DE LEGĂTURĂ ȘI A REZERVOARELOR

Conductele instalațiilor hidraulice și pneumatice, în general nu necesită reparații dacă au fost demontate cu grijă și păstrate în bune condiții în timpul reparării mașinii, utilajului sau instalației. În cazul când pe ele apar fisuri, crăpături sau turtiri, se înlocuiesc cu altele noi.

La înlocuirea conductelor se vor alege conducte cu diametrul interior egal sau mai mare cu al țevii care se înlocuiește; aceasta pentru a înlătura posibilitatea de turbulență a uleiului care ar provoca spumarea și vibrații în întregul sistem. Înaintea montării se verifică dacă nu sînt infundate.

Conductele flexibile înainte de a fi montate în instalații, în special cele vechi, vor fi supuse la proba de încercare. Încercarea se face cu apă sau aer la o presiune de cel puțin 1,2 ori presiunea nominală, iar pentru fluidele inflamabile, toxice sau explozive, presiunea de încercare este de cel puțin 1,5 ori presiunea nominală.

Conducta se consideră bună, dacă în timpul probei nu s-a observat scăderea presiunii la manometru.

Rezervoarele se deteriorează mai ales în timpul lucrărilor de demontare sau montare. Reparația constă în proba de etanșeitate, curățire inte-

rioară și exterioară, vopsire cu vopsea rezistentă la coroziune. În caz de crăpături, se execută sudurile respective. Porțiuni din rezervor se pot decupa și se poate aplica un petic sudat care să restabilească etanșeitatea porțiunii distruse. Se va reface etanșarea capacului rezervorului și se va curăța dopul de aerisire cu filtru.

Filtrele au un rol important în sistemele hidraulice și pneumatice, deoarece ele curăță (filtrează) uleiul și aerul de impurități.

La repararea instalațiilor hidraulice și pneumatice filtrele se curăță sau se înlocuiesc când sitele din componența lor sînt uzate.

4. REPARAREA DISTRIBUITOARELOR DE COMANDĂ ȘI ACȚIONARE

Distribuitoarele de comandă și acționare se repară cînd piesele care execută mișcări au uzări peste limita admisă, din care cauză funcționarea normală a elementului numai este posibilă.

Refacerea stabilității și sensibilității se face prin recondiționarea sau înlocuirea pieselor uzate. Se recondiționează numai acele piese care nu au importanță deosebită în funcționare. Nu se supun reparației pistoane, bucșe, supape sau ajutaje. Sensibilitatea și stabilitatea distribuitoarelor cu sertar depind de precizia și calitatea executării gulerelor pistoanelor și a muchiilor active ale degajărilor inelare din bucșele sertarelor.

După reparare distribuitoarele sînt supuse unui control hidraulic sau pneumatic.

Repararea droselelor, supapelor și stabilizatoarelor de presiune se va face în aceleași condiții ca și distribuitoarele.

5. MĂSURI DE TEHNICĂ A SECURITĂȚII MUNCII LA REPARAREA INSTALAȚIILOR HIDRAULICE ȘI PNEUMATICE

Înainte de începerea lucrărilor la organele de comandă și conducere a fluidelor se va verifica obligatoriu dacă circuitul respectiv nu este sub presiune.

Se interzice efectuarea lucrărilor de măsurare și verificare cu aparate defecte sau cu piese lipsă.

La piesele din instalațiile hidraulice și pneumatice se efectuează și operații de rodare în care caz se interzice scoaterea sau introducerea piesei pentru rodare în timpul mersului. Pasta de rodaj ce se depune pe tijă și bucșa de rodat se va aplica cu o paletă și nu cu degetul.

În cadrul lucrărilor de probă la stand se vor lua măsuri ca să se elimine posibilitățile de accidentare în cazul desprinderii sau ruperii acestor piese, prin folosirea de carcase, paravane, ecrane sau pereți de protecție de rezistență, corespunzătoare și bine fixate.

Aceleași măsuri se vor lua și pentru eliminarea accidentelor ce ar putea fi provocate de aruncarea prin mișcările mașinii, a materialelor ce se utilizează la probe sau rodaj: pastă, lichid etc.

VERIFICAREA CUNOȘTINȚELOR

1. Care sînt consecințele uzării pompelor hidraulice și în ce constă repara-rea lor?
2. Cum se constată uzarea motoarelor hidraulice și pneumatice și care este tehnologia de reparare a lor?
3. Să se menționeze principalele măsuri de tehnică a securității muncii la re-pararea instalațiilor hidraulice și pneumatice.

CAPITOLUL 29

REPARAREA ECHIPAMENTULUI ELECTRIC

1. REPARAREA ELEMENTELOR DE COMANDĂ

Din această categorie de aparate fac parte: butoanele de comandă (manipulatoare, selectoare etc.), limitatoarele de cursă, limitatoarele de mers în gol etc.

a. Butoane de comandă

Defecțiunile care pot apărea la butoanele de comandă sînt: distrugerea contactelor și blocarea sistemului de acționare.

Contactele butoanelor de comandă se pot distruge fie din cauza scurgerii prin ele a unor curenți care au depășit valorile intensităților de curent admise de constructor, fie că arcul care realizează reducerea butonului în starea inițială, s-a slăbit și nu mai asigură presiunea de contact suficientă pentru contactele normal închise ale acestuia.

Un contact ars se poate constata ușor, datorită aspectului caracteristic al suprafeței pe care aceasta o capătă.

Contactele arse trebuie înlocuite cu altele noi care se livrează împreună cu suportul lor și care se pot ușor monta pe axul comun de acționare al butonului.

Nu se recomandă executarea în atelier a acestor contacte.

La montarea contactelor noi, se va verifica dacă pastilele de pe punțile mobile calcă perfect pe cele de pe punțile fixe, dispuse pe suportul izolant. În caz contrar se vor modela capetele punților pînă ce se obține un contact bun al celor două tipuri de pastile.

În cazul în care arcul de readucere a butonului, după acționare, s-a slăbit, acesta se va înlocui din nou.

Se va verifica dacă la acționarea butonului de comandă există, după închiderea contactelor normal deschise, o cursă suplimentară în contact care asigură presiunea necesară.

b. Limitatoare de cursă

Dintre acestea, cele mai utilizate sînt cele de tipul cu microîntrerupător și mai rare cele cu tije. Primele limitatoare sînt constituite dintr-un microîntrerupător montat într-o carcasă de aluminiu 1 și prevăzute cu o

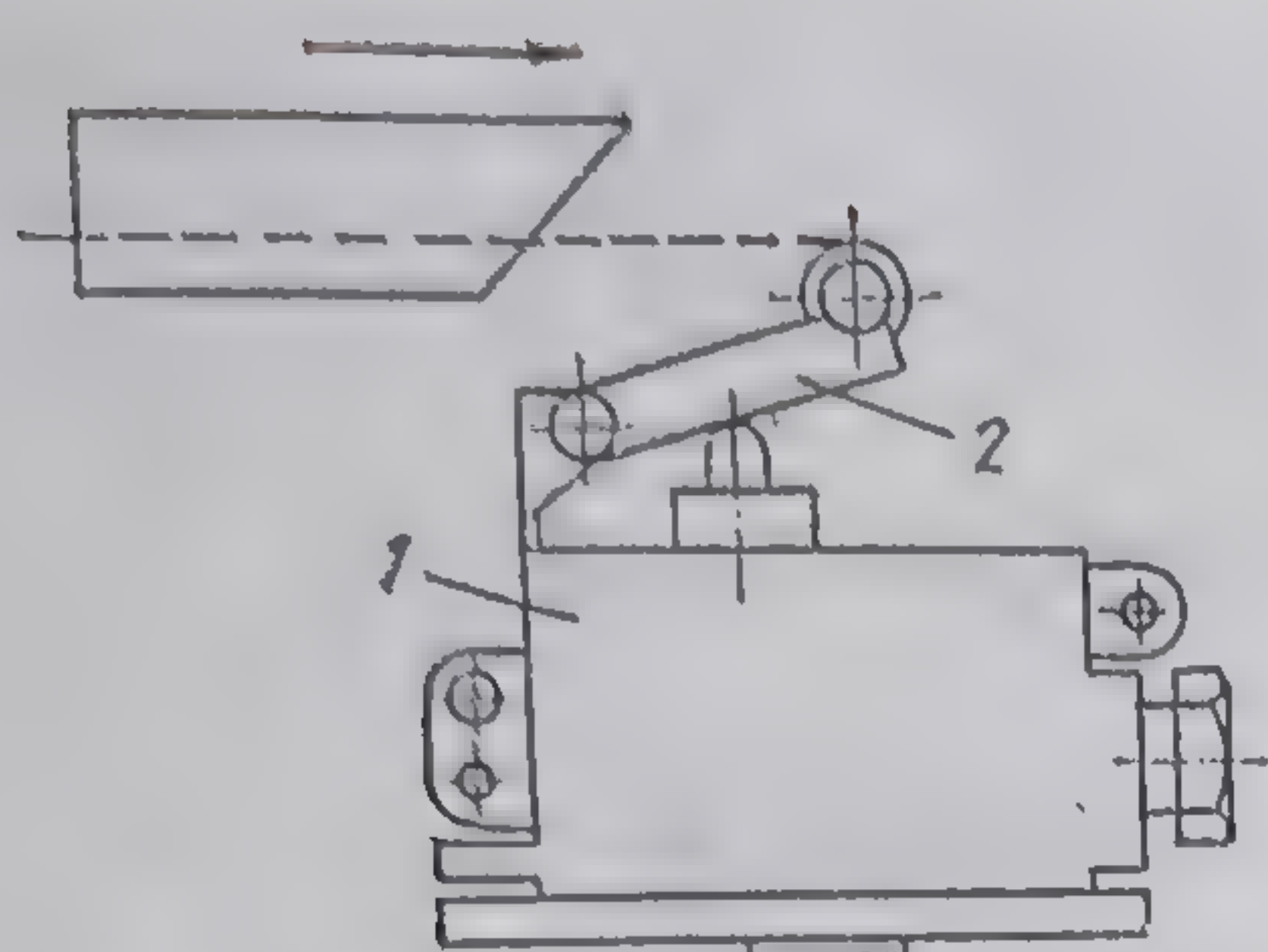


Fig. 29.1. Limitator de cursă cu rolă.

pîrghie cu rolă 2, acționate de către o camă special construită, în funcție de cursa executată de elementul de pe mașină aflat în mișcare. Celelalte limitatoare sînt compuse dintr-o cutie metalică în care se află introdus un contact dublu (un contact normal închis și un contact normal deschis), iar acționarea lor se face printr-o tijă metalică, care poate fi sau nu, cu rolă (fig. 29.1).

Defectele care pot apărea la limitatoarele de cursă sînt cele legate de contactele lor, de microîntrerupătoarele sau de sistemele de acționare ale acestora. Cu excepția microîntrerupătoarelor care se înlocuiesc cu altele noi, celelalte elemente componente ale limitatoarelor se pot repara în caz de defectare. O atenție deosebită trebuie acordată în cazul limitatoarelor cu tijă, la reglarea punților cu pastile de contact, pentru ca acestea să calce perfect unele peste altele.

La montarea limitatoarelor de cursă cu role pe mașină, se va da atenție sensului din care este acționat brațul cu rolă. Acționarea în sens contrar celui indicat de săgeată duce la distrugerea limitatorului.

2. REPARAREA ELEMENTELOR DE CONECTARE MANUALE

În această categorie intră separatoarele, întrerupătoarele cu pîrghie, întrerupătoarele și comutatoarele pachet, prizele și fișele industriale, prizele și fișele multicontact și alte aparate asemănătoare.

Elementele sensibile, care se deteriorează mai frecvent la aceste aparate sînt contactele lor, mecanismele de sacadare și piesele construite din materiale electroizolante.

a. Contactele elementelor de conectare manuale

Uzarea contactelor la elementele de conectare neautomate, spre deosebire de cele ale elementelor de conectare automată, este mult mai rapidă din cauza capacității reduse de rupere și de închidere pe care o au. Cauzele principale care duc la uzarea contactelor sînt oxidarea lor, depășirea frecvenței de conectare pentru care au fost construite, scăderea presiunii de contact și supunerea aparatelor la curenți mari care depășesc curentul nominal al acestora.

Oxidarea contactelor se întîlnește mai frecvent la contactele separatoarelor întrucît acestea nu întrerup circuite sub curent și se manevrează rar. Un contact oxidat sau uzat, se va curăți cu o pilă fină dacă uzarea nu este avansată. Neînlăturarea la timp a uzării contactelor sau neschimbarea contactelor uzate pot aduce prejudicii mari pe lângă faptul că uzarea acestora provoacă blocarea manevrării aparatului. Uzarea sau o presiune de contact mică duce la sudarea contactelor și în continuare, la o încălzire excesivă a lor, urmată de declanșarea de incendii, prin aprinderea în prima etapă a materialelor electroizolante aflate în imediata

apropiere a lor. După înlăturarea oxidării, contactele se vor unge cu vaselină neutră. În cazul unei uzări mari, acesta se înlocuiește cu unul original. În cazul în care se vor executa contacte de schimb în atelier, este necesar să se folosească un material identic cu cel al contactului original, adică argint cu puritate de cel puțin 99,9%, cupru electrolitic sau alamă.

b. Mecanismele de sacadare

Acestea asigură o deschidere a contactelor cu o viteză independentă de viteza de manevrare a aparatului și se folosesc la întrerupătoarele și comutatoarele pachet, precum și la comutatoarele voltmetrice sau la combinatoarele cu mai multe poziții.

La aceste mecanisme poate să apară fie slăbirea sau ruperea arcului de sacadare, fie uzarea sau distrugerea camelor de sacadare și acest lucru se pune în evidență prin înțepenirea mecanismului.

În primul caz, se înlocuiește arcul defect cu altul nou executat la același diametru și același număr de spire; în al doilea caz, se execută din tablă de oțel came asemănătoare celor înlocuite după care se cimentează și apoi se supun unei reveniri la 400—450°C, timp de o oră.

3. REPARAREA ELEMENTELOR DE CONECTARE AUTOMATE

În această categorie se încadrează contactoarele, ruptoarele, contactoarele cu relee, întrerupătoarele automate etc. Părțile componente la care survin deseori defecțiuni în exploatare sînt: contactele, bobina de acționare, circuitul magnetic și camerele de stingere a arcului electric.

a. Contactele elementelor de conectare automate

Din punctul de vedere al destinației, contactele pot fi principale și auxiliare. Contactele principale servesc la ruperea curenților mari din circuitele principale, iar cele auxiliare asigură închiderea sau deschiderea circuitelor de comandă și semnalizare.

Deteriorarea contactelor se datorește în primul rînd arcului electric, care apare în cazul reducerii presiunii de contact. Reducerea presiunii de contact este cauzată de uzarea avansată a contactelor, slăbirea arcurilor respective, sau de depășirea curențului de rupere cum este cazul unui scurtcircuit puternic.

Deteriorarea contactelor duce mai întîi la o încălzire excesivă a locului de contact și apoi la sudarea lor, urmată de toate neajunsurile pe care acestea o produc.

Contactele fixe și mobile vor fi înlocuite cu altele noi, în cazul în care se constată că nu mai au așa-numita cursă de contact, adică mișcarea efectuată în continuare de contactul mobil al aparatului, după ce s-a produs atingerea cu contactul fix. Această cursă în contact obișnuit trebuie să fie de 2—3 mm.

La executarea contactelor se va folosi același material prevăzut de constructorul elementului, adică alamă, cupru sau argint. O atenție deosebită se va da contactelor de argint. Lipirea plăcuței de argint (contactul propriu-zis) de suportul său din cupru sau alamă se face folosind un aliaj de argint pentru lipit, iar ca material decapant, boraxul. Nu se admite folosirea în aceste cazuri a aliajelor cu cositor.

După lipire, contactul de argint trebuie tasat prin ciocănire în toată suprafața, în caz contrar contactele de argint rămân moi și se sudează între ele din cauza arcului electric. Suprafața contactului odată ciocănită, nu trebuie pilită.

În cazul în care contactele nu prezintă un grad de uzare avansat, acestea se curăță cu o pilă fină, îndepărtându-se părțile de material topit, care apar pe suprafața lor ca urmare a acțiunii arcului electric. După pilire, contactele se șterg cu o cârpă înmuiată în benzină și apoi se ung cu vaselină neutră.

O deosebită atenție trebuie acordată întrerupătoarelor automate, care au pe lângă contactele principale din argint și contacte intermediare, destinate ruperii arcului electric. Contactele de rupere sînt cele care se închid primele și cele care se deschid ultimele și, prin urmare, se uzează mai mult, decît contactele principale.

b. Bobine de acționare

Bobinele acestor elemente de conectare automată se ard din cauza apariției unui scurtcircuit între spirele lor, ca urmare a deteriorării izolației conductorului sau a izolației electrice dintre spire. Supunerea bobinelor la o tensiune superioară tensiunii pentru care acestea au fost calculate și executate, precum și încărcarea conductoarelor lor cu o densitate de curent mai mare decît cea admisibilă, duc în primul caz la străpungerea izolației electrice și la apariția imediată a unui scurtcircuit între spire, iar în al doilea caz la îmbătrînirea și pierderea calităților sale izolante, ceea ce creează ulterior posibilitatea unui scurtcircuit între spire și deci distrugerea bobinei.

Pentru reexecutarea bobinelor arse, este necesar să se cunoască următoarele date: tensiunea rețelei la care este supusă bobina, diametrul conductorului și numărul de spire.

Toate lucrările de montare și demontare a echipamentului electric se vor face numai după ce instalațiile electrice ale mașinilor și utilajelor respective au fost scoase de sub tensiune.

VERIFICAREA CUNOȘTINȚELOR

1. Să se precizeze defecțiunile care pot apărea la elementele de comandă electrică și modul în care se procedează la înlăturarea lor.
2. De cîte feluri sînt elementele de conectare și în ce constă repararea acestora?

**RECEPȚIA MAȘINILOR, UTILAJELOR ȘI INSTALAȚIILOR
DUPĂ REPARARE****1. CONTROLUL CALITĂȚII MATERIALELOR
ȘI AL DIMENSIUNILOR PIESELOR**

Materialele folosite la executarea de piese noi trebuie să fie cele indicate în documentația care însoțește mașina. În lipsa documentației prescrierea lor se face pe baza analizei de laborator a materialelor, pieselor de înlocuit, stabilindu-se caracteristicile chimice, fizice și mecanice.

În cazul în care magazia nu dispune de materiale identice cu ale pieselor înlocuite, atunci se vor alege materiale care trebuie să aibă caracteristici superioare sau cel puțin egale cu ale materialelor înlocuite.

Piese care se repară sau se execută din nou, înainte de montare se supun unui control la care se urmărește în primul rând realizarea acestora în parametrii prescriși în documentația tehnică privind: dimensiunile, rugozitatea, abaterile de la formă și de la poziție etc.

În ceea ce privește abaterea arborilor și a alezajelor de la cilindricitate, conicitate, excentricitate etc. nu trebuie să depășească jumătate din câmpul de toleranță aferent dimensiunii respective. Abaterile de la paralelism, planeitate și eroarea distanțelor între centrele alezajelor nu trebuie să depășească limitele admise în documentație.

Paralelismul axelor alezajelor se verifică cu ajutorul unei rigle cu muchii active (fig. 30.1), cu dorn și echer de control (fig. 30.2) etc. iar perpendicularitatea axelor a două alezaje se verifică cu un dorn cu talere și dorn cu riglă cu muchii active (fig. 30.3).

Suprafețele de reazem ale batiurilor, coloanelor, montanților și picioarelor mașinilor-unelte trebuie să fie bine finisate. La montarea lor în poziție corectă nu trebuie să se recurgă la adausuri (foi de staniol, cupru etc.).

Suprafețele prelucrate nu trebuie să aibă rizuri, lovituri, norme de gripaj sau alte defecte.

Pe ghidajele de alunecare (prisme) și cele de conducere nu se permit mai mult de două sufluri, incluziuni sau porozități pe metru liniar.

Muchiile și colțurile ascuțite, în afară de muchiile canalelor pentru inele de siguranță trebuie netezite sau rotunjite.

Arborii principali, alezajele conice, umerele de reazem, umerele de centrare se rectifică și se rodează. Suprafețele pe care se sprijină rul-

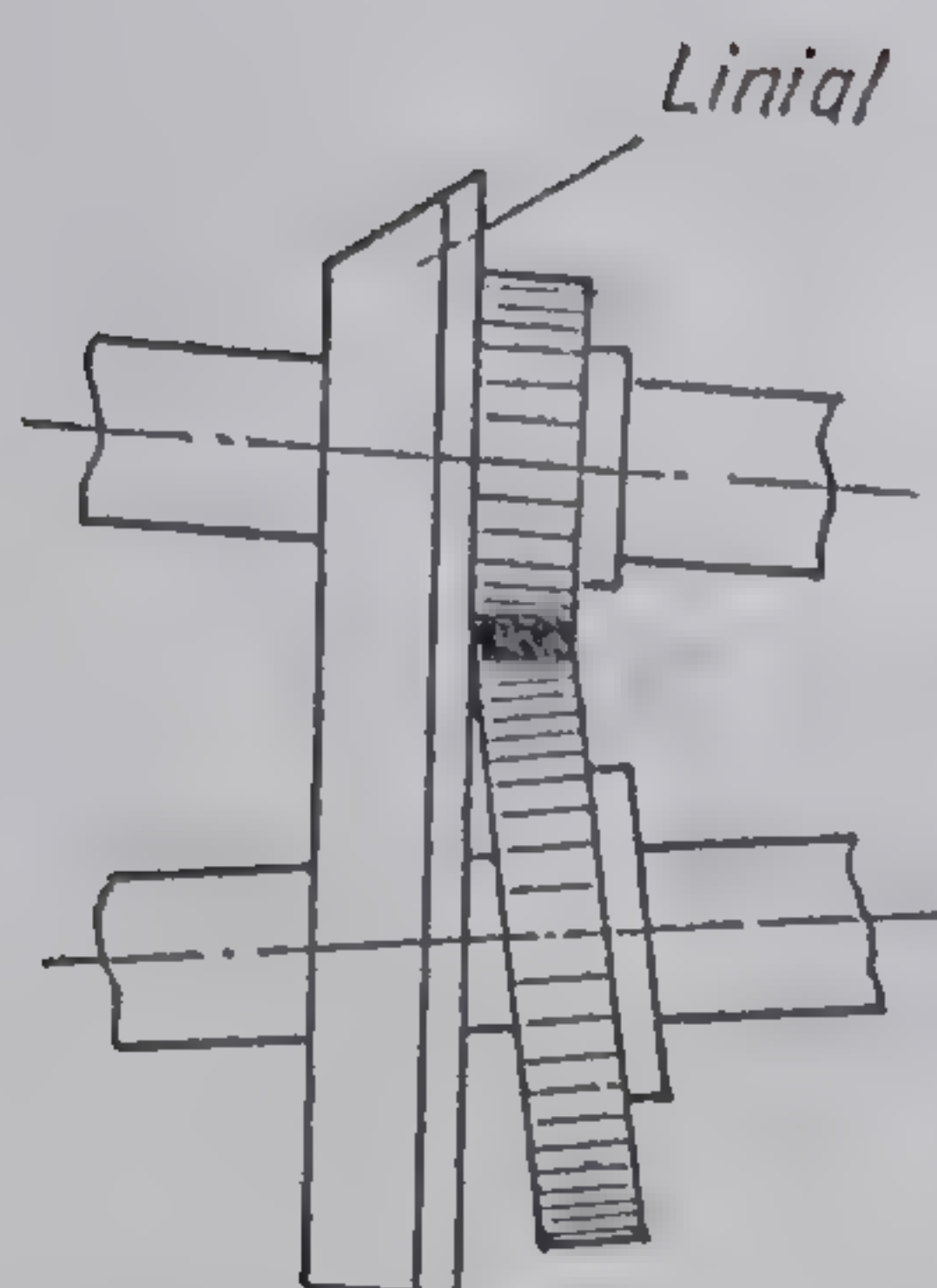


Fig. 30.1. Verificarea paralelismului alezajelor cu rigla de control.

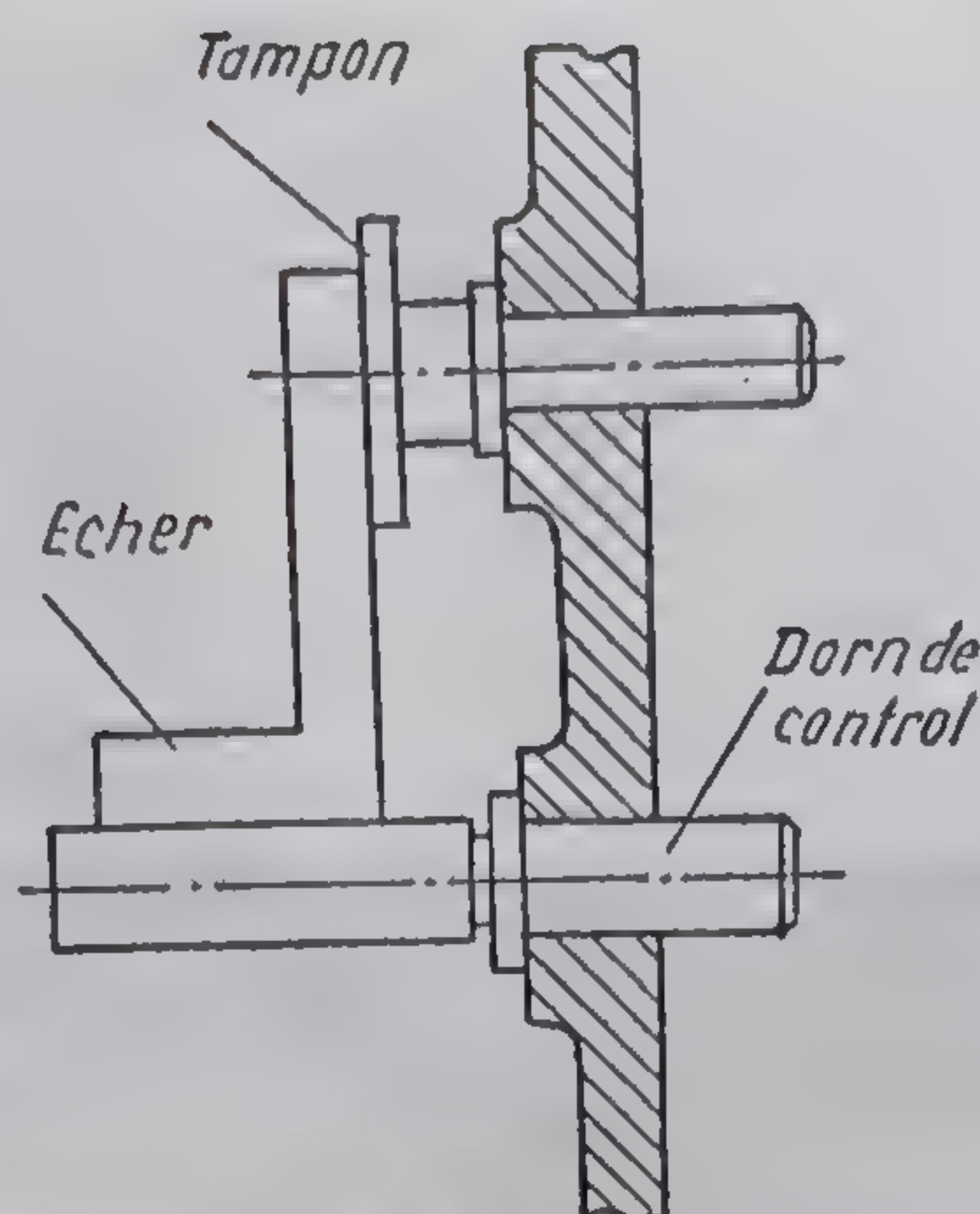


Fig. 30.2. Verificarea paralelismelor alezajelor cu dorn și echer de control.

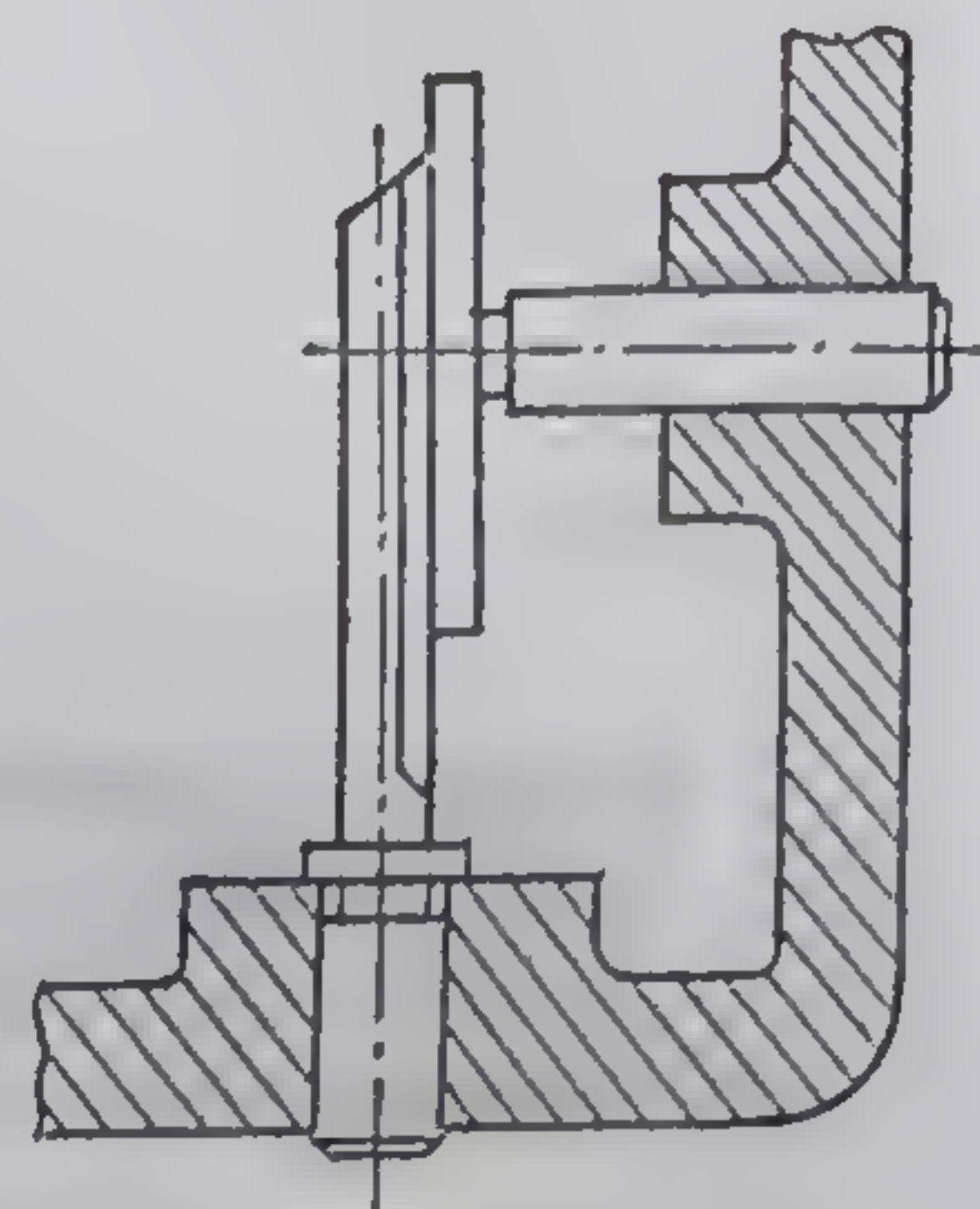


Fig. 30.3. Verificarea perpendicularității alezajelor.

menții, roțile dințate sau piulițele pentru reglarea lagărelor trebuie să fie perpendiculare pe axa de rotație a arborelui sau alezajului respectiv.

Suprafețele de glisare ale arborilor canelați, tratați termic se rectifică după prelucrarea canelurilor.

La roțile dințate se verifică atât starea suprafețelor flancurilor dinților și alezajelor cât și bătaia danturii și eroarea dinților pe cercul de rostogolire.

La piesele filetate nu se admit: spire rupte, filet incomplet, profil deformat, urme de lovituri, smulgeri de material etc. La extremitățile filetelor exterioare și interioare trebuie să fie executate fațete de racordare.

Toate șuruburile și piulițele solicitate mai des vor fi tratate termic (cianurate, cementate etc.).

Suprafețele de lucru ale canalelor de pană și penelor trebuie să fie executate îngrijit, iar dimensiunile lor trebuie să se încadreze în limitele toleranțelor prescrise.

Cremalierele vor fi ajustate după batiu, astfel încât să nu se producă deviații și deformarea pasului dinților în dreptul pragurilor de îmbinare a elementelor.

Suporturile roților și șuruburilor conducătoare se ajustează față de batiu prin răzuire și apoi se fixează.

Camele și rolele de la mecanismele de comandă trebuie să fie tratate termic, verificate la duritate, iar suprafețele lor de lucru să fie lustruite.

Pe suprafețele neprelucrate ale pieselor nu se admit proeminente sau denivelări.

Pieselor tratate termic li se va verifica duritatea. Atât piesele din oțel forjat cât și cele din fontă, înainte de prelucrare, se vor detensiona, iar cele din fontă vor fi îmbătrânite artificial.

2. CONTROLUL MONTĂRII DUPĂ REPARAȚIE

După operația de montare și reglare a unei mașini, utilaj sau instalație urmează operația de control prin care se urmărește calitatea execuției montării și încadrarea în parametrii funcționali.

La montarea pe mașini a subansamblurilor trebuie urmărit ca acestea să se sprijine pe cel puțin trei puncte pentru a-i asigura o fixare bună. Suprafețele de alunecare, de conducere, penele și șinele de alunecare trebuie să adere pe întreaga suprafață, aceasta verificându-se cu lera spion.

La mecanismele cu deplasări calculate (șuruburi de conducere ale cărucioarelor, meselor, săniilor de lucru) se admit curse moarte de maximum 0,05 mm la mașini de precizie normală și de 0,002 mm la mașinile cu precizie ridicată (în special cele cu citire optică).

Cursa moartă a șuruburilor de avans și de ridicare nu trebuie să depășească 0,1 mm la mașini de precizie normală și 0,05 mm pentru cele de precizie ridicată.

Cuzineții de bronz trebuie să fie ajustați după locașul din lagăre, fără joc. Canalele de ungere ale lagărelor cu alunecare trebuie să fie prevăzute pe cât posibil în zona neîncărcată a arborelui, iar muchiile se rotunjesc.

Garniturile de etanșare se vor executa dintr-o pîslă de bună calitate cu fibre lungi și muiate în ulei mineral fierbinte. Partea arborelui care vine în contact cu garnitura de pîslă trebuie să fie finisată (lustruită), altfel garnitura se uzează repede.

Funcționarea roților dințate se va face fără șocuri și fără zgomot prea mare, iar jocul dintre flancul dinților nu trebuie să depășească valorile stabilite. Roțile dințate baladoare trebuie să se deplaseze ușor pe arbori. Mecanismul lor de deplasare trebuie să asigure o poziție de lucru precisă în așa fel încît roata cu care angrenează să se suprapună perfect peste roata baladoare. Eroarea de nesuprapunere este de maximum 0,05 mm.

La angrenajele melcate, spira melcului va atinge fiecare dinte al roții elicoidale pe o distanță de cel puțin $\frac{2}{3}$ din lungimea arcului de înfășurare.

Cursele moarte la angrenajele cu cremalieră ale mecanismelor de avans ale mașinilor de burghiat și filetat trebuie eliminate.

Piese și ansamblurile în rotație (arbori principali, elemente de cuplare, limitatoare de suprasarcină, roți de curea etc.) care generează solicitări dinamice vor trebui echilibrate, conform prevederilor din documentația de bază.

Bătaia radială a roților de transmisie fixate pe arbori nu trebuie să depășească 0,2 mm pentru diametrul de pînă la 250 mm, iar bătaia frontală să nu depășească 0,1 mm pentru fiecare 50 mm din diametrul roții (pentru mașini de rectificat, unde acestea se echilibrează dinamic, se admit bătaii sub 0,05).

Ambreiajele de fricțiune trebuie să cupleze fără patinare pînă la o suprasarcină a arborelui de 25% la turația maximă.

Nu se admit jocuri longitudinale ale ambreiajelor cu gheare în poziții extreme și ale pîrghiilor care comandă cuplarea.

Poziția deschisă și închisă a plulței șurubului conducător trebuie să se fixeze liber și sigur.

Știfturile de centrare conice și cilindrice se controlează înainte de montare în alezajele respective cu vopsea, pentru a se vedea dacă aderă pe toată suprafața lor.

Pinolele păpușii mobile sau a suporturilor nu trebuie să aibă loc la scoaterea din păpușă.

Lunetele trebuie să se deplaseze ușor, să se fixeze strâns pe ghidaje și să asigure direcția și susținerea corectă a pieselor care se rotesc, iar fălcile de centrare să fie bine ajustate în locașurile lor, să se deplaseze lin, fără joc și gripare.

Vîrfurile de centrare nu trebuie să aibă jocuri în locașurile conice respective.

Universalul sau planșaiba mașinii trebuie să se înșurubeze ușor pe arborele principal și fără joc.

Nu se admit jocuri la voloanele arborilor, tamburelor sau altor piese.

Manevrarea manetelor de comandă dintr-o poziție în alta trebuie făcută cu un efort de maximum 3 daN.

Nu se admit infiltrații de ulei, apă, așchii, praf sau alte materiale pe sub capacele care acoperă mecanismele.

Instalațiile hidraulice trebuie asigurate printr-o etanșare perfectă împotriva pătrunderii aerului sau pierderii presiunii.

Țevile exterioare ale instalațiilor electrice și ale sistemului hidraulic vor urmări contururile mașinii sau a utilajului, respectînd valorile razelor de curbură, astfel încît să fie ferite de lovituri. Conductele instalației hidraulice nu vor avea unghiuri ascuțite de îndoire, deformări și ondulații pe porțiunile drepte și trebuie fixate rigid.

Nu este permisă scurgerea prin aer a uleiului. Capetele țevelor de golire trebuie să fie scufundate în rezervor cel puțin 80 mm sub nivelul uleiului. Dispozitivele de evacuare a aerului din instalație trebuie să fie ușor manevrabile.

Deplasarea mecanismelor acționate hidraulic trebuie să se facă silențios, fără vibrații și șocuri, oricare ar fi viteza, indiferent dacă mașina merge în gol sau sub sarcină.

Viteza avansului nu trebuie să varieze cînd se modifică mărimea avansului.

Nu se admit scurgeri sau pierderi de ulei din instalație. Temperatura de regim a uleiului din rezervor nu trebuie să depășească 60°C.

Instalațiile de răcire, de ungere, precum și instalațiile pneumatice, trebuie să funcționeze fără întreruperi, iar micșorarea debitelor este permisă numai atunci cînd se folosesc robinetele de reglare.

În momentul pornirii mașinii, instalația de ungere trebuie să asigure o ungere suficientă a tuturor suprafețelor de frecare.

Sistemul de filtrare a uleiului, a apei de răcire sau a aerului comprimat trebuie să fie ușor accesibil pentru curățire.

Suprafețele interioare ale țevelor vor fi bine curățite.

În timpul funcționării mașinii, lagărele nu trebuie să se încălzească mai mult de 70°C. Dacă această temperatură este depășită, cauzele pot fi:

— pentru lagăre cu alunecare: ajustarea necorespunzătoare a cuzinetului pe fus, defect de montare, ulei necorespunzător, alimentare proastă cu ulei, solicitări prea mari etc.;

— pentru lagăre cu rulmenți: neperpendicularitatea rulmentului pe axa arborelui, ulei necorespunzător, nivelul uleiului depășește mijlocul corpurilor de rulare, între canalele de rulare a pătruns murdărie etc.

Țevile pentru debitarea uleiului și a lichidului trebuie să fie bine fixate, în afară de conducta lichidului de răcire. Această conductă trebuie să urmărească scula în timpul lucrului.

Toate ungătoarele, orificiile și conductele de ulei trebuie să fie protejate contra pătrunderii prafului și așchiilor.

Se verifică obligatoriu semnalizatoarele lipsei de ulei din mașină, scoțându-se din rezervorul mașinii o cantitate de ulei corespunzătoare semnalizării. Odată cu scăderea nivelului de ulei, plutitorul întreruptorului trebuie să coboare și să conecteze lampa.

3. ÎNCERCĂRI ȘI PROBE DE RECEPȚIE ALE MAȘINILOR, UTILAJELOR ȘI INSTALAȚIILOR

După repararea curentă de gradul II sau după repararea capitală mașina, utilajul sau instalația se supune probelor de încercare și recepție. Aceste probe constau în verificarea geometrică a dimensiunilor, formelor, pozițiilor și deplasărilor relative ale organelor care pot influența precizia de lucru.

Verificarea preciziei geometrice cuprinde măsurări de planeitate a suprafețelor, coincidența și intersecție a axelor, paralelism și perpendicularitatea dintre axe și suprafețe plane, erori de divizare și fidelitatea mecanismelor de indexare unghiulară, precum și probele de mers în sarcină. La mașinile-unelte verificarea preciziei geometrice și de lucru se face și prin prelucrarea unor piese de probă în regim de finisare. În tabelul 30.1. sînt prezentate prescripțiile de precizie geometrică și precizie de lucru la o mașină de frezat cu consolă cu indicarea toleranțelor admise și a aparatelor de măsurat.

Aceste verificări se fac pe locul de reparație sau într-un loc stabilit în mod special pentru acest scop, ferit de trepidații și de zgomotele produse de alte mașini sau instalații, ferit de curenți de aer și de variații de temperatură (temperatura admisă $20 \pm 1^\circ\text{C}$). Pentru aceasta, mașina trebuie ferită de orice sursă de căldură (raze solare, radiator etc.). Mașina se verifică în stare complet montată, împreună cu accesoriile aferente și în condiții cît mai apropiate de condițiile ei de lucru. În acest caz, mașina va funcționa la turația maximă pentru ca elementele componente să atingă temperatura apropiată de temperatura normală de regim.

Aparatele și dispozitivele de control trebuie să se afle în aceeași încăpere înainte de verificare pentru a lua temperatura camerei.

Înainte de darea în exploatare, după reparație, mașinile, utilajele și instalațiile se supun unor verificări și încercări la mers în gol și în sarcină.

Verificările și încercările la mers în gol constau în:

— verificarea funcționării mecanismului mișcării principale la toate vitezele, începînd cu cea mai mică viteză și trecînd prin toate treptele de viteză, pînă la viteza maximă. Se menține această viteză timp de 1/2 h, după atingerea temperaturii stabilizate a lagărelor. Această temperatură este luată în considerare cînd după 4 citiri succesive la intervalul de 5 min valoarea citită rămîne constantă. Temperatura lagărelor arborilor principali nu vor depăși 60°C pentru lagărele cu alunecare și

70°C pentru cele cu rostogolire. La restul mecanismelor temperatura lagărelor nu trebuie să depășească 50°C;

- verificarea valorilor turațiilor conform STAS 6904-64;

- verificarea valorilor avansurilor, conform STAS 6904-64, se efectuează la una din treptele de turație, fixată prin documentația de bază. La mașinile-unelte prevăzute cu dispozitive pentru realizarea mișcării rapide între diversele faze de lucru ale mașinii se verifică: precizia funcționării dispozitivelor automate la comutarea de la un ciclu la altul și funcționarea lină a dispozitivelor în momentul comutării;

- verificarea organelor de comandă și conducere la porniri, schimbări și opriri în scopul stabilirii funcționării prompte a acestora, eventualelor blocări nepermise între mecanisme, funcționării corecte a blocajelor impuse;

- verificarea funcționării prompte a opritoarelor automate și reglabile pentru comanda decuplării mecanismului respectiv;

- măsurarea cursei de rezervă, după decuplarea automată;

- verificarea siguranței în funcționare a sistemelor de acționare electrică, hidraulică, pneumatică, a filtrării uleiului care se întoarce la rezervor și a inexistenței pierderilor din conducte și a temperaturii uleiului în instalația de acționare hidraulică;

- verificarea funcționării corespunzătoare a instalației de răcire;

- verificarea funcționării corespunzătoare a instalației de ungere și măsurarea temperaturii în rezervorul de ulei, care se va face după atingerea temperaturii de stabilizare a lagărelor;

- verificarea nivelului de zgomot, conform STAS 8857-72.

Verificările și încercările la mers în sarcină se execută după atingerea temperaturii stabilizate a lagărelor și constau în:

- funcționarea normală a tuturor mecanismelor;

- absența zgomotelor, vibrațiilor anormale, a mersului neregulat în mișcări etc.;

- funcționarea corectă a echipamentelor (electrice, electronice, hidraulice, pneumatice, de ungere, de răcire etc.). Se verifică temperatura uleiului din instalația de acționare hidraulică și de ungere;

- funcționarea promptă și sigură a dispozitivelor destinate protecției în timpul lucrului și a mașinii, utilajului sau instalației împotriva suprasarcinilor;

- funcționarea corectă a frinelor ambreiajelor și stabilirea manetelor de comandă;

- verificarea dispozitivelor de prindere a pieselor în vederea prelucrării, a sarcinilor de ridicat și transportat etc.;

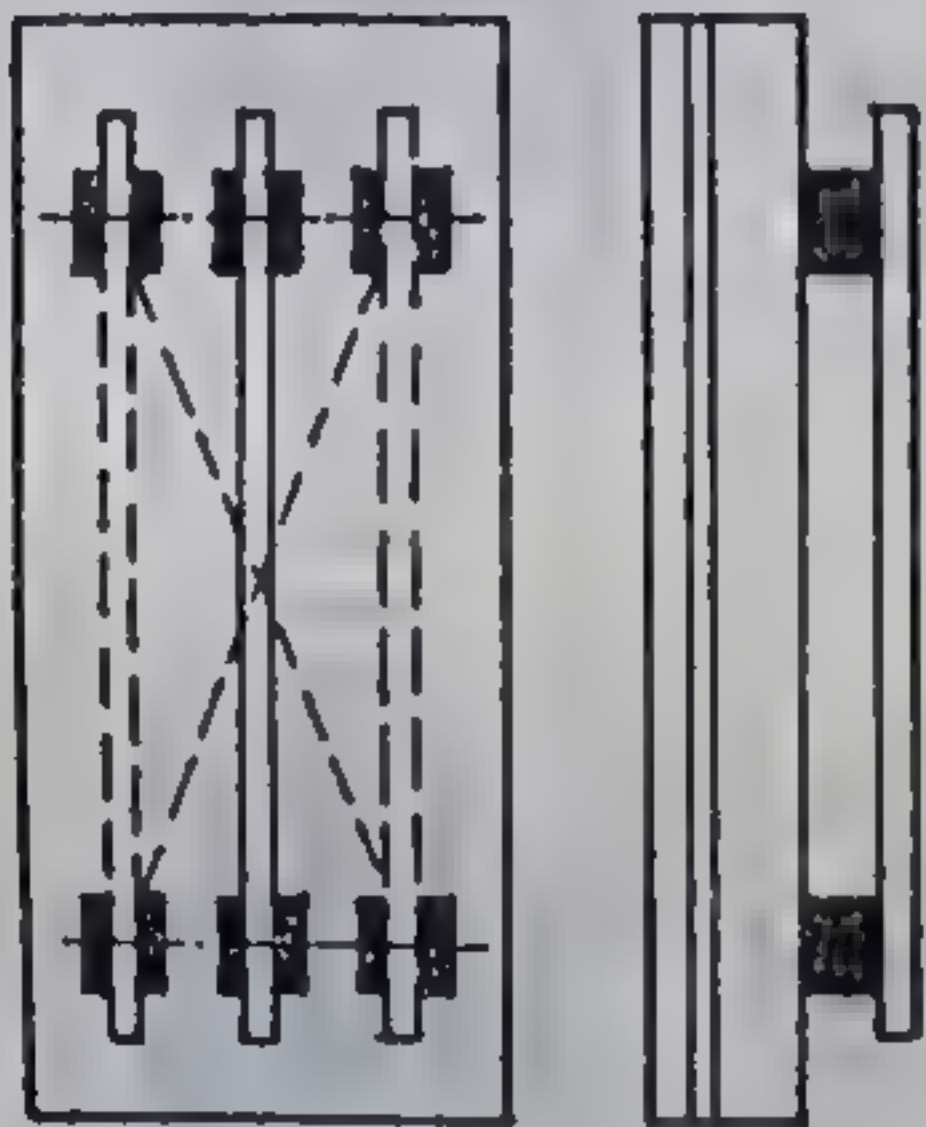
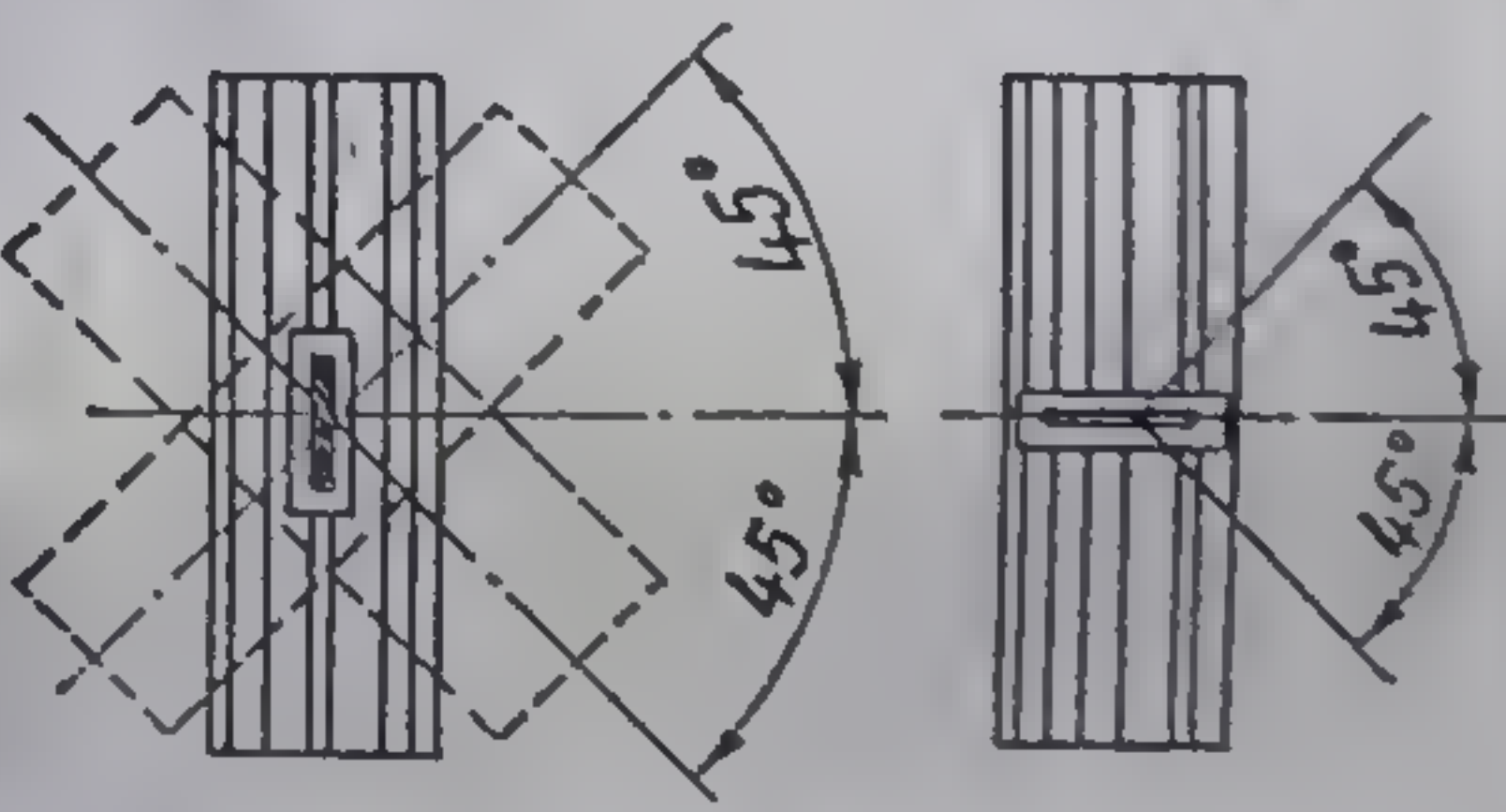
- verificarea reglajului.

Curelele și lanțurile de tracțiune trebuie să fie bine întinse. În cazul mai multor curele trapezoidale așezate una lângă alta, trebuie să fie egal încărcate. Din această cauză, ele se pretensionează, adică se suprasolicită pentru ca să nu se mai lungească la solicitarea normală.

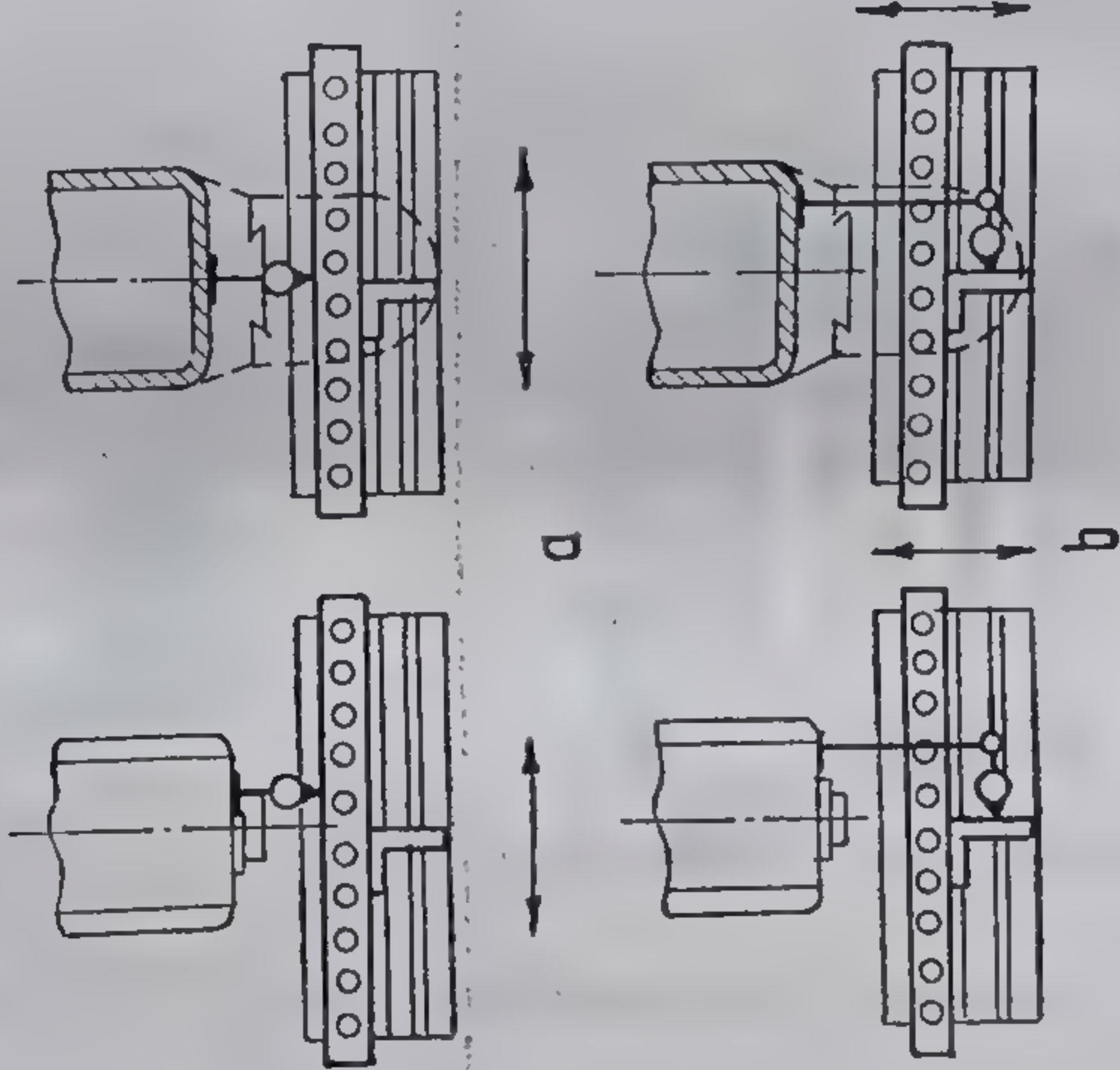
Sînt mașini și utilaje a căror funcționare este dependentă de așezarea lor în poziție orizontală. Orizontalitatea mașinilor, utilajelor și instalațiilor este indicată de către nivela cadru, care se așează numai pe suprafețe de ghidare finisate, răzuite, rectificate sau rabotate.

În tabelul 30.1 sînt prezentate verificările efectuate la o mașină de frezat.

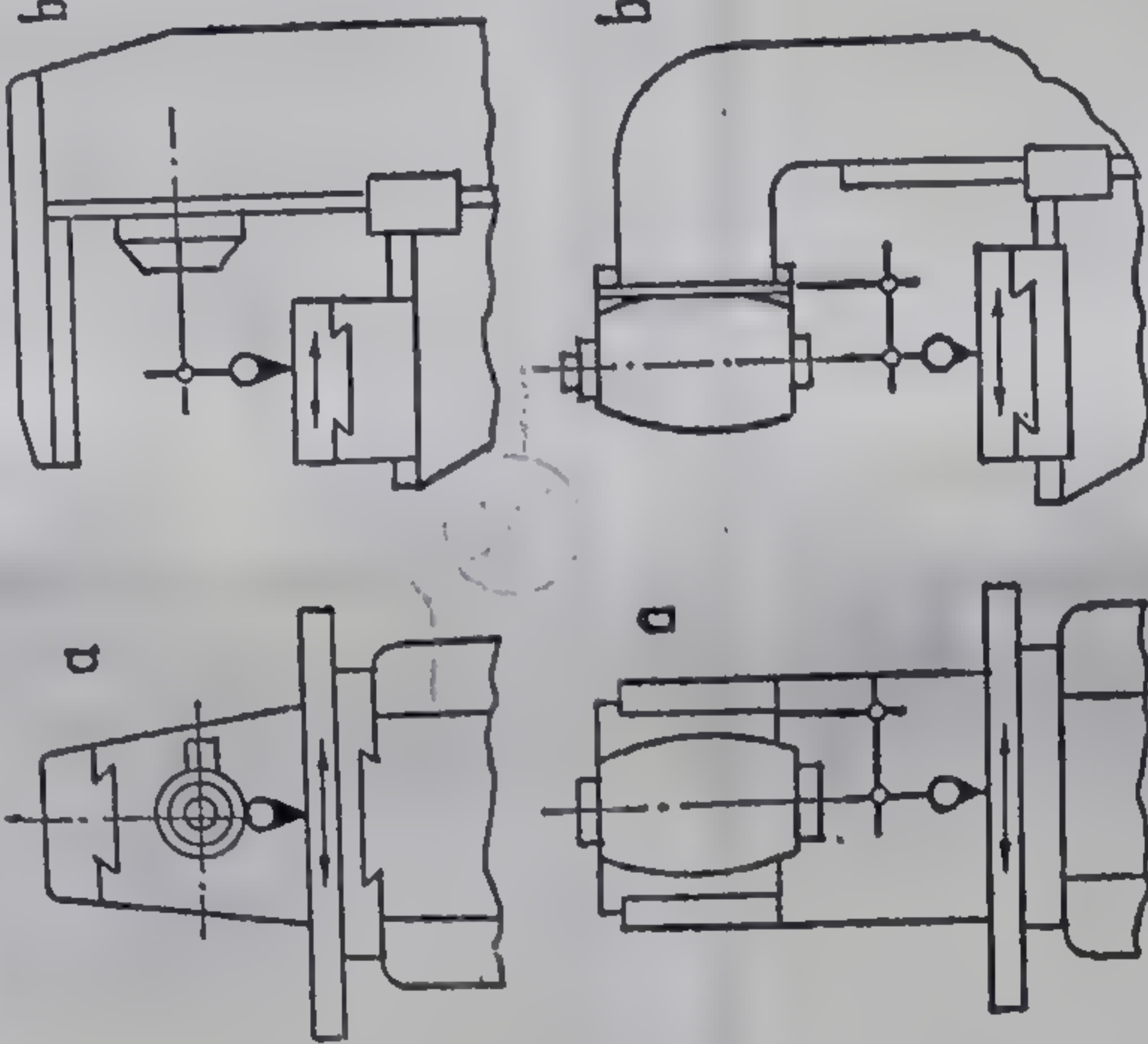
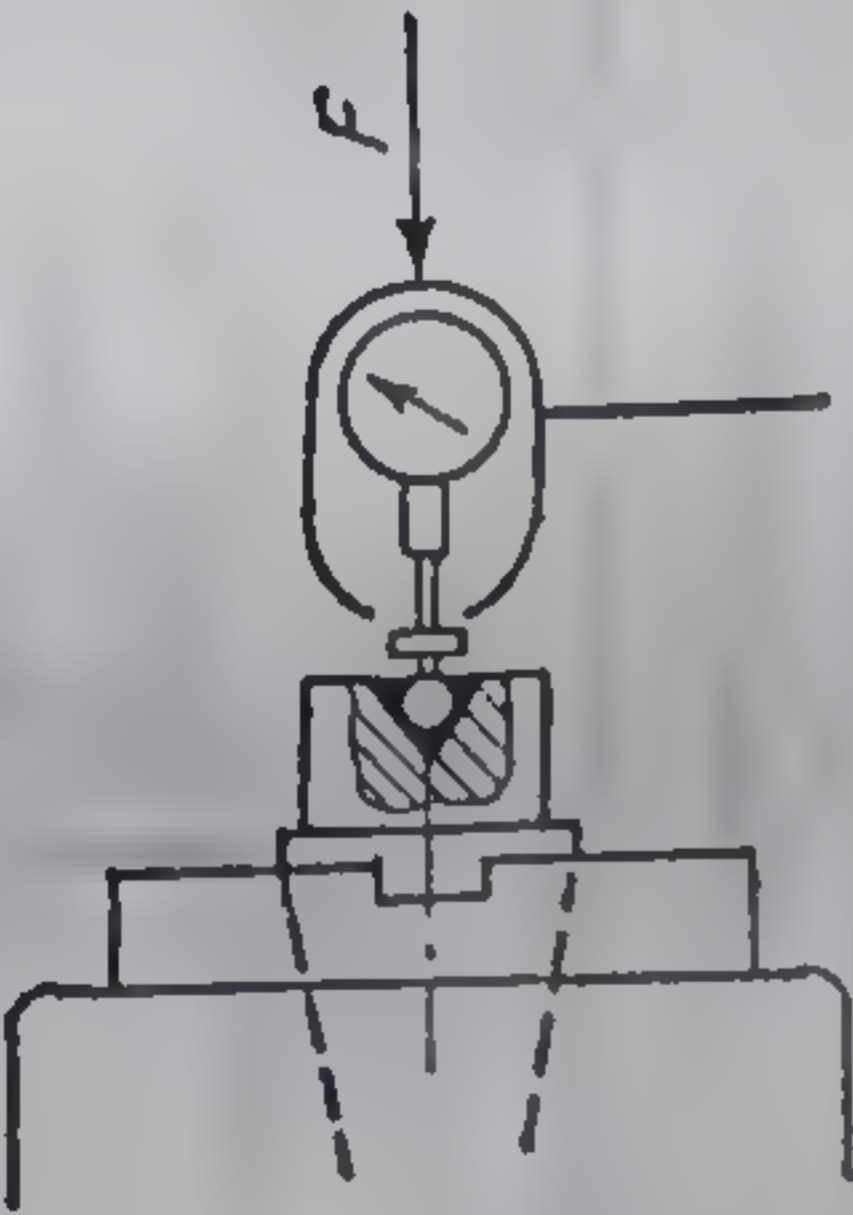
A. Verificarea preciziei geometrice

Obiectul verificării	Schema verificării	Toleranța mm	Aparate de măsurat și accesorii
Planeitatea suprafeței de tăiat a mesei		0,03/1000 Se admite numai concavitate	Riglă de verificare cu lungimea utilă 1000 mm Cale plan paralele STAS 2517-66 clasa de precizie 3. Sonde sau nivelă de verificare cu bulă de aer.
Paralelismul dintre su- prafața de lucru a mesei și planul ei de rotație (pentru ma- șini de frezat univer- sale)		0,07/1000 în fie- care direcție	Nivelă de precizie

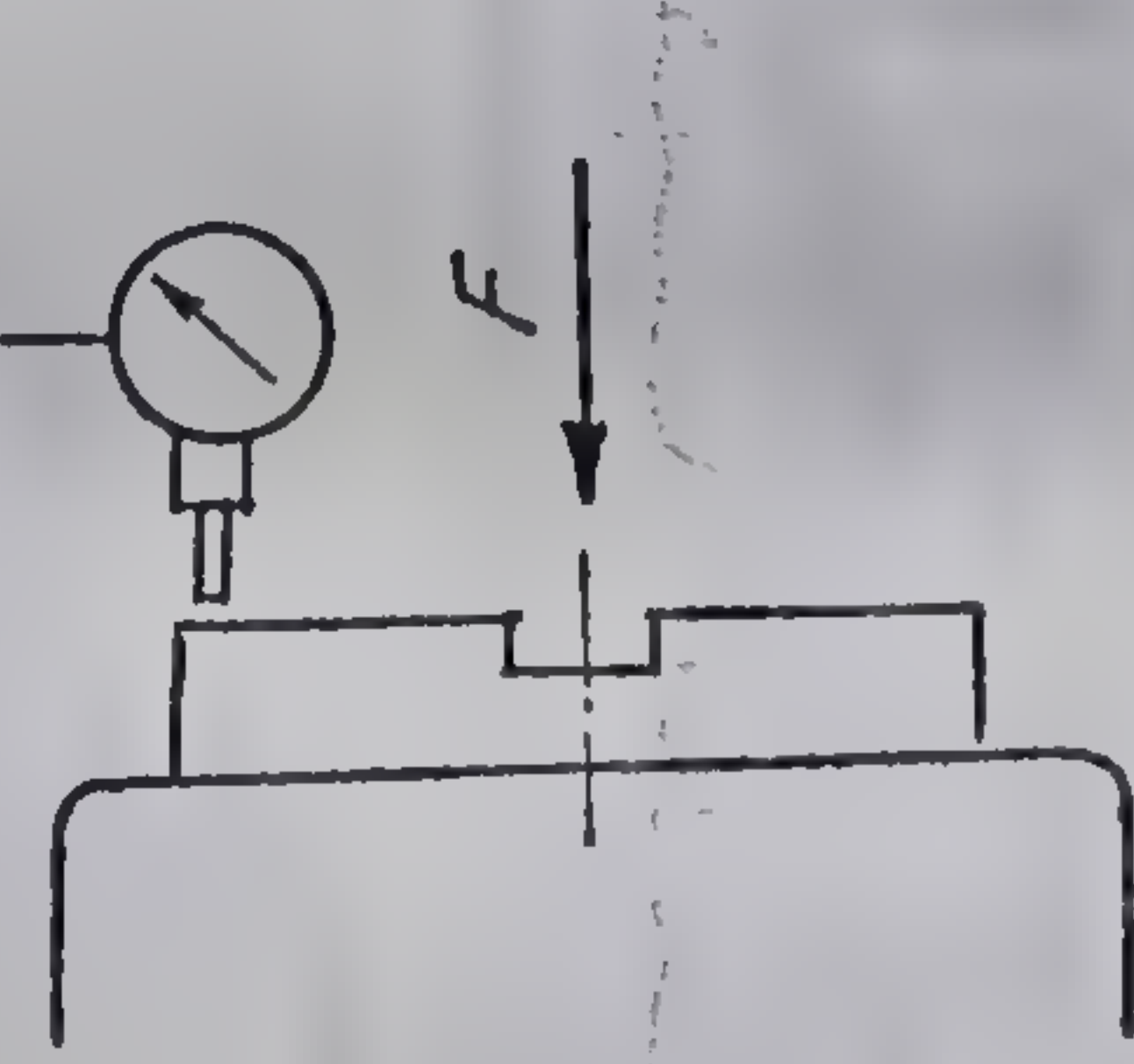
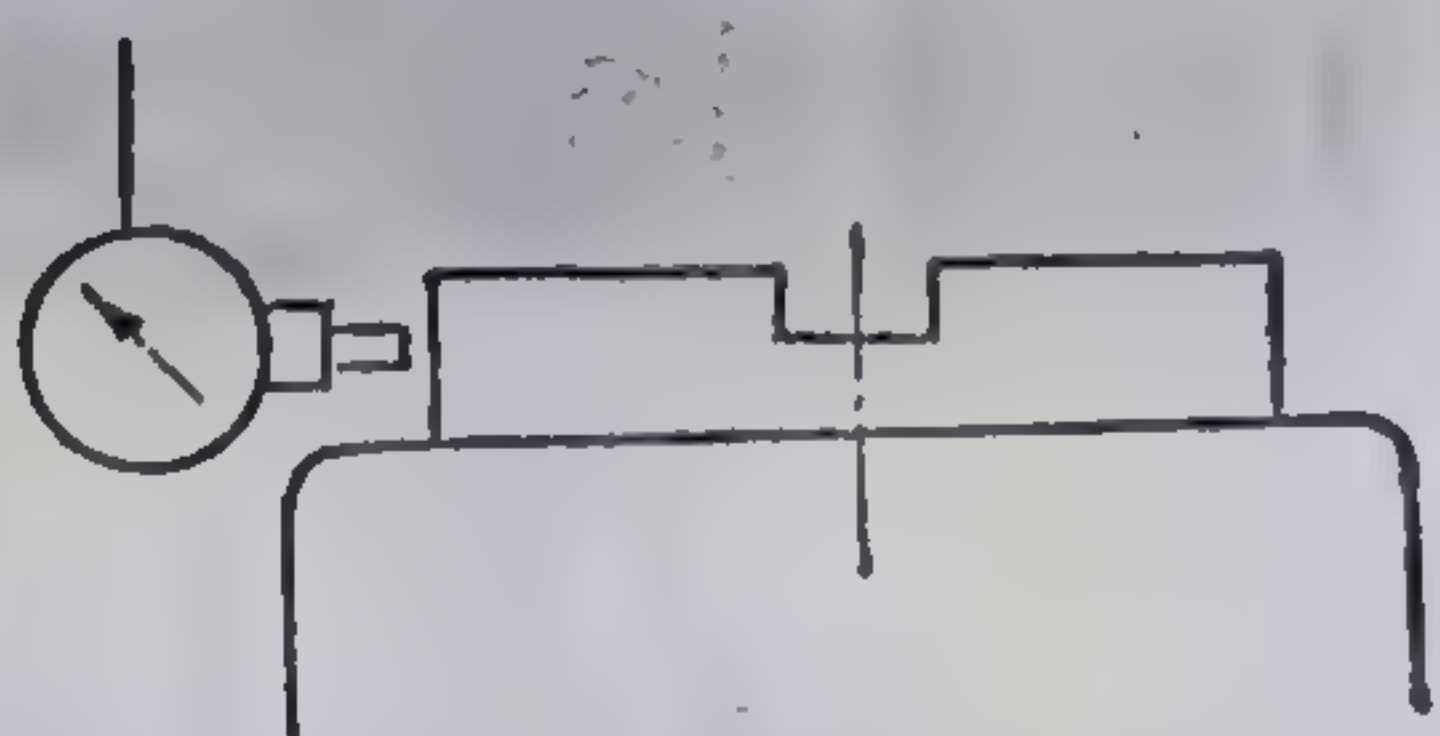
Tabelul 30.1 (continuare)

Obiectul verificării	Schema verificării	Toleranța mm	Aparate de măsurat și accesorii
<p>Perpendicularitatea în plan orizontal a deplasării longitudinale a mesei față de deplasarea ei transversală</p>		<p>0,02/300</p>	<p>Riglă de verificare cu lungimea utilă 300 mm Echer de verificare Comparator cu cadran cu precizie de citire 0,002 mm</p>

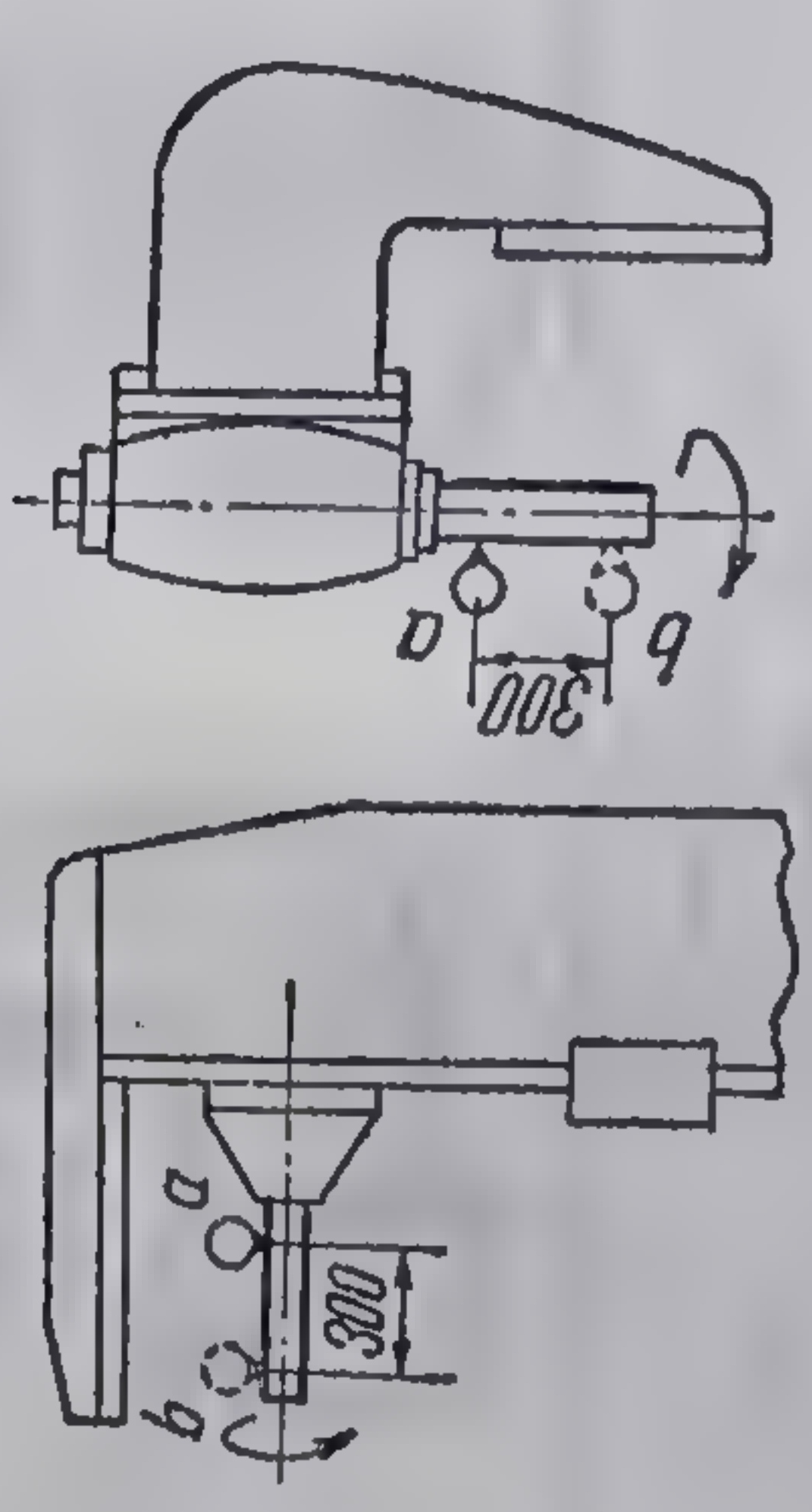
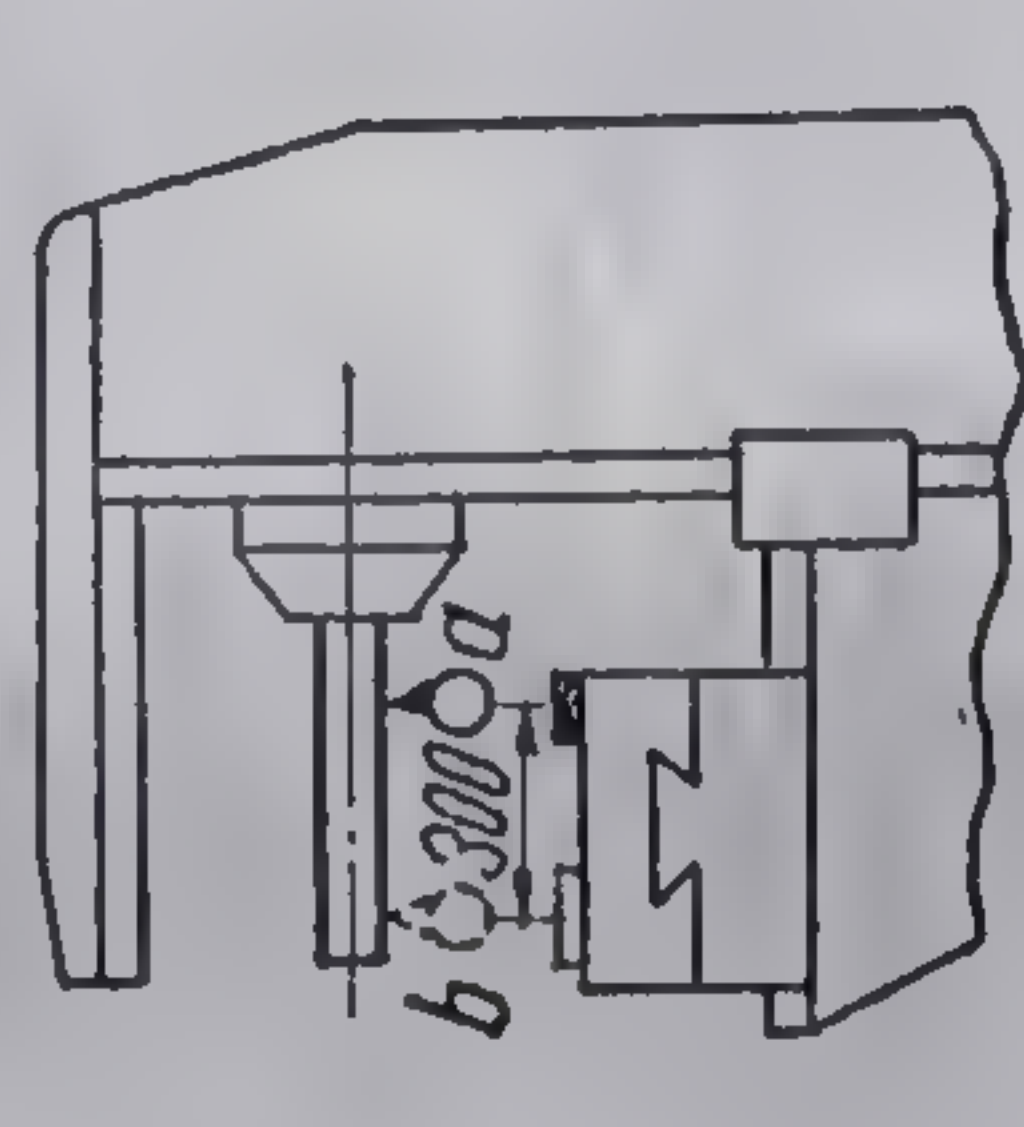
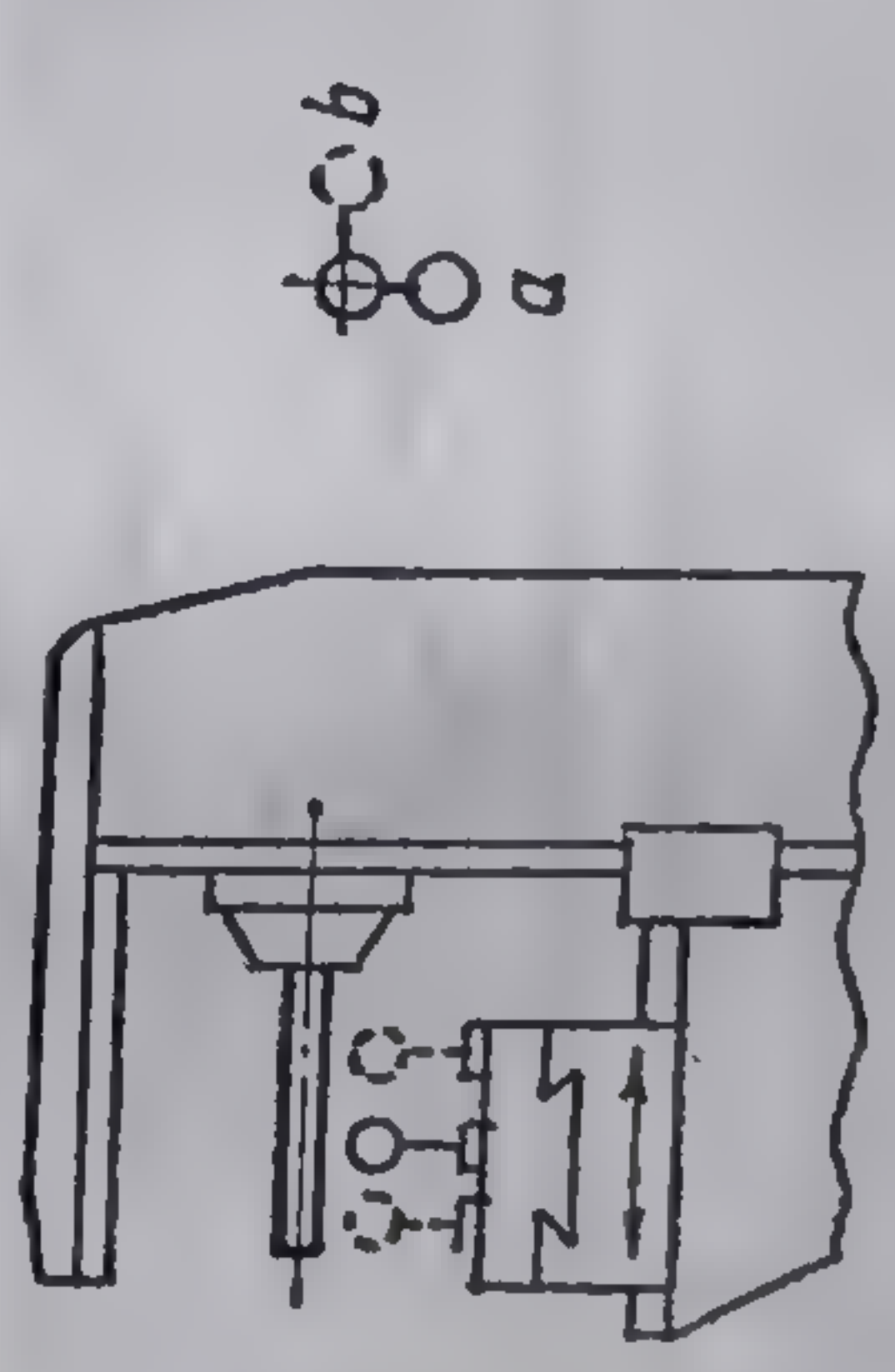
Tabelul 30.1 (continuare)

Obiectul verificării	Schema verificării	Toleranța mm	Aparate de măsurat și accesorii
<p>Paralelismul dintre suprafața de lucru a mesei și deplasarea ei în direcție:</p> <p>a) longitudinală</p> <p>b) transversală</p>		<p>a) 0,02/500 0,03/1000 max. 0,05</p> <p>b) 0,02/500</p>	<p>Comparator cu cadran cu precizie de citire 0,002 mm sau riglă de verificare cu lungimea utilă 500 mm respectiv 1 000 mm.</p> <p>Cale plan paralele STAS 2517-66 clasa de precizie 3.</p>
<p>Bătaia axială a arborelui principal</p>		<p>0,01</p>	<p>Comparator cu cadran cu palpator plan și precizie de citire 0,002 mm</p> <p>Bilă</p>

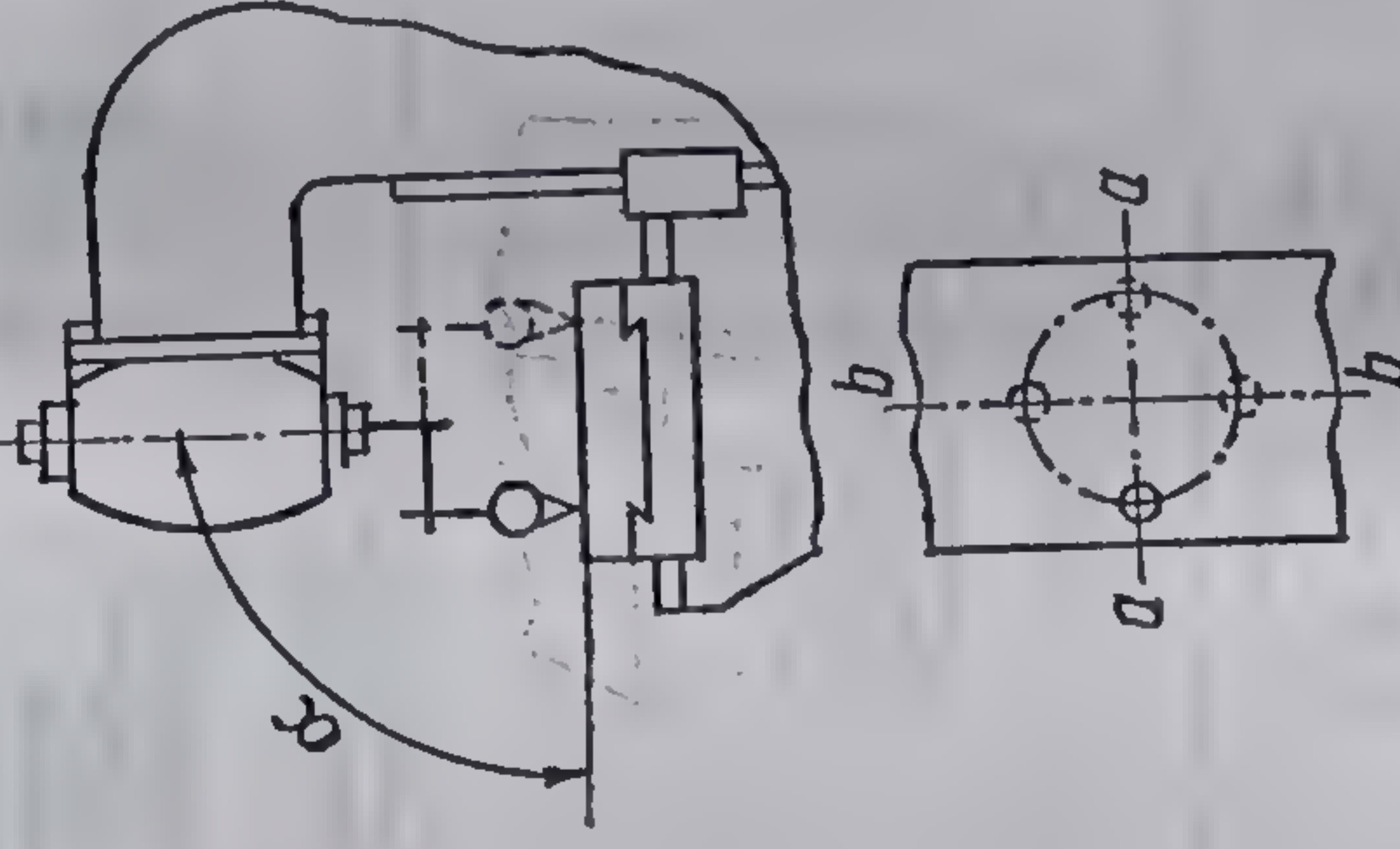
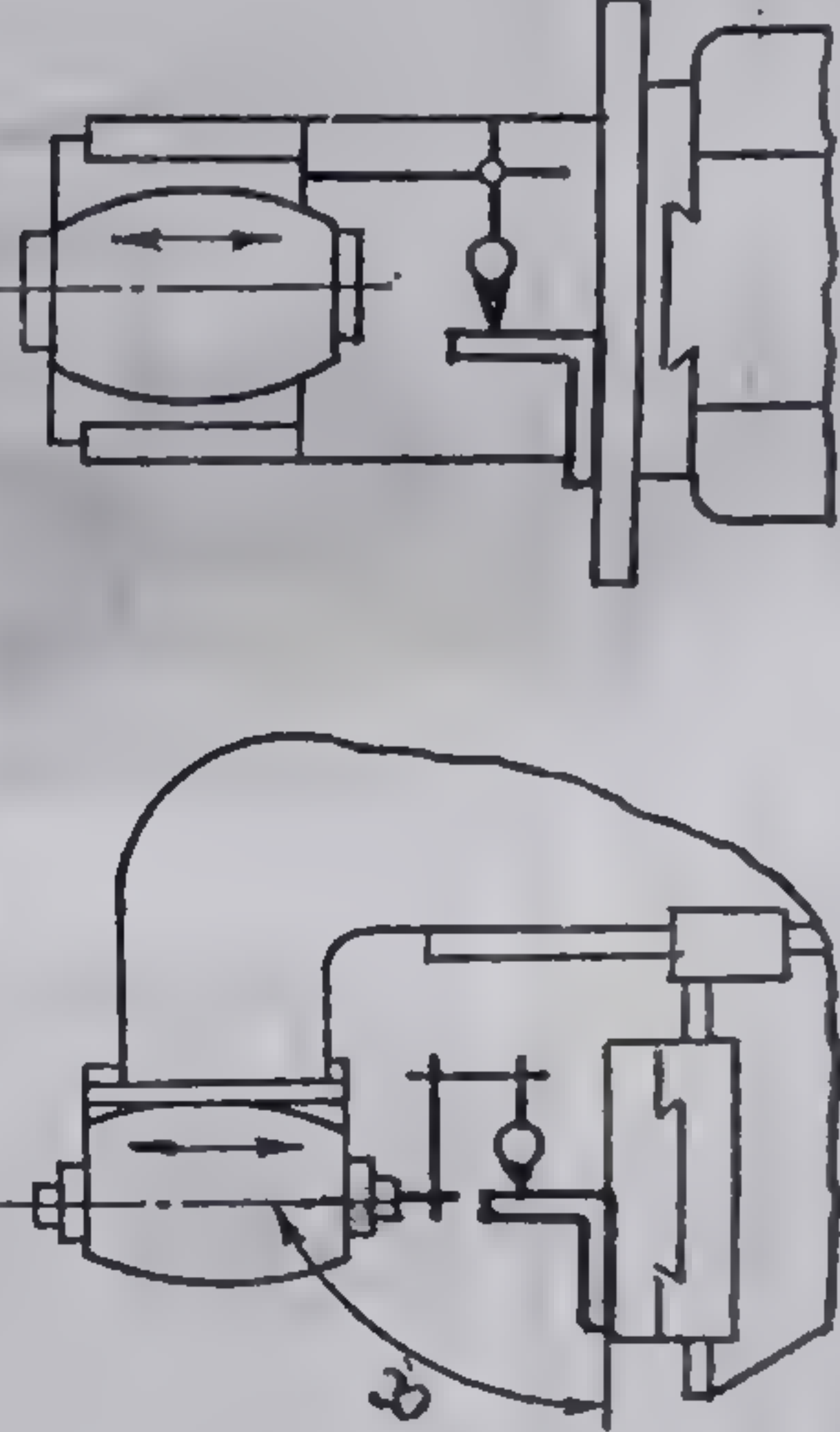
Tabelul 30.1 (continuare)

Obiectul verificării	Schema verificării	Toleranța mm	Aparate de măsurat și accesorii
Bătaia suprafeței frontale a arborelui principal		0,02	Comparator cu cadran cu precizie de citire 0,002 mm
Bătaia radială a părții de centrare a arborelui principal		0,01	Comparator cu cadran cu precizie de citire 0,002 mm

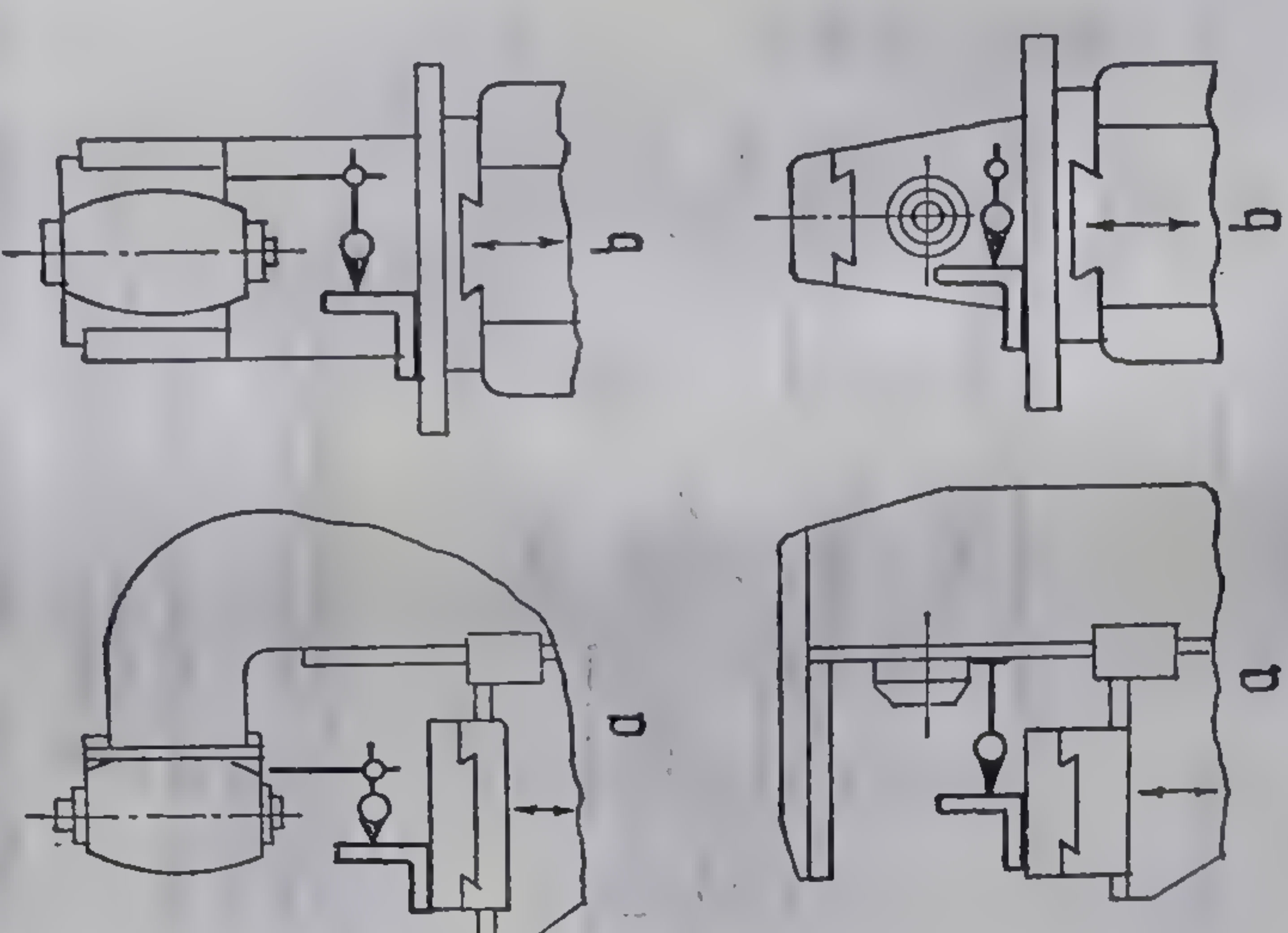
Tabelul 30.1 (continuare)

Obiectul verificării	Schema verificării	Toleranța mm	Aparate de măsurat și accesorii
Bătaia radială a axei alezajului conic al arborelui principal		a) 0,01 b) 0,02/300	Comparator cu cadran cu precizie de citire 0,002 mm Dorn de verificare cu lungimea de măsurare de 300 mm
Paralelismul dintre axa arborelui principal și suprafața de lucru a mesei (pentru mașini cu axa arborelui principal orizontală)		0,02/300 (punctul „b”). Extremitatea liberă a dornului poate devia nu mai în jos.	Comparator cu cadran cu precizie de citire 0,002 mm. Dorn de verificare cu lungimea de măsurare de 300 mm
Paralelismul dintre axa arborelui principal și deplasarea transversală a mesei (pentru mașini cu axa arborelui principal orizontală) în: a) plan vertical b) plan orizontal		0,02/300 Pentru verificarea în plan vertical extremitatea liberă a dornului poate devia nu mai în jos.	Comparator cu cadran cu precizie de citire 0,002 mm Dorn de verificare cu lungimea de măsurare de 300 mm

Tabelul 30.1 (continuare)

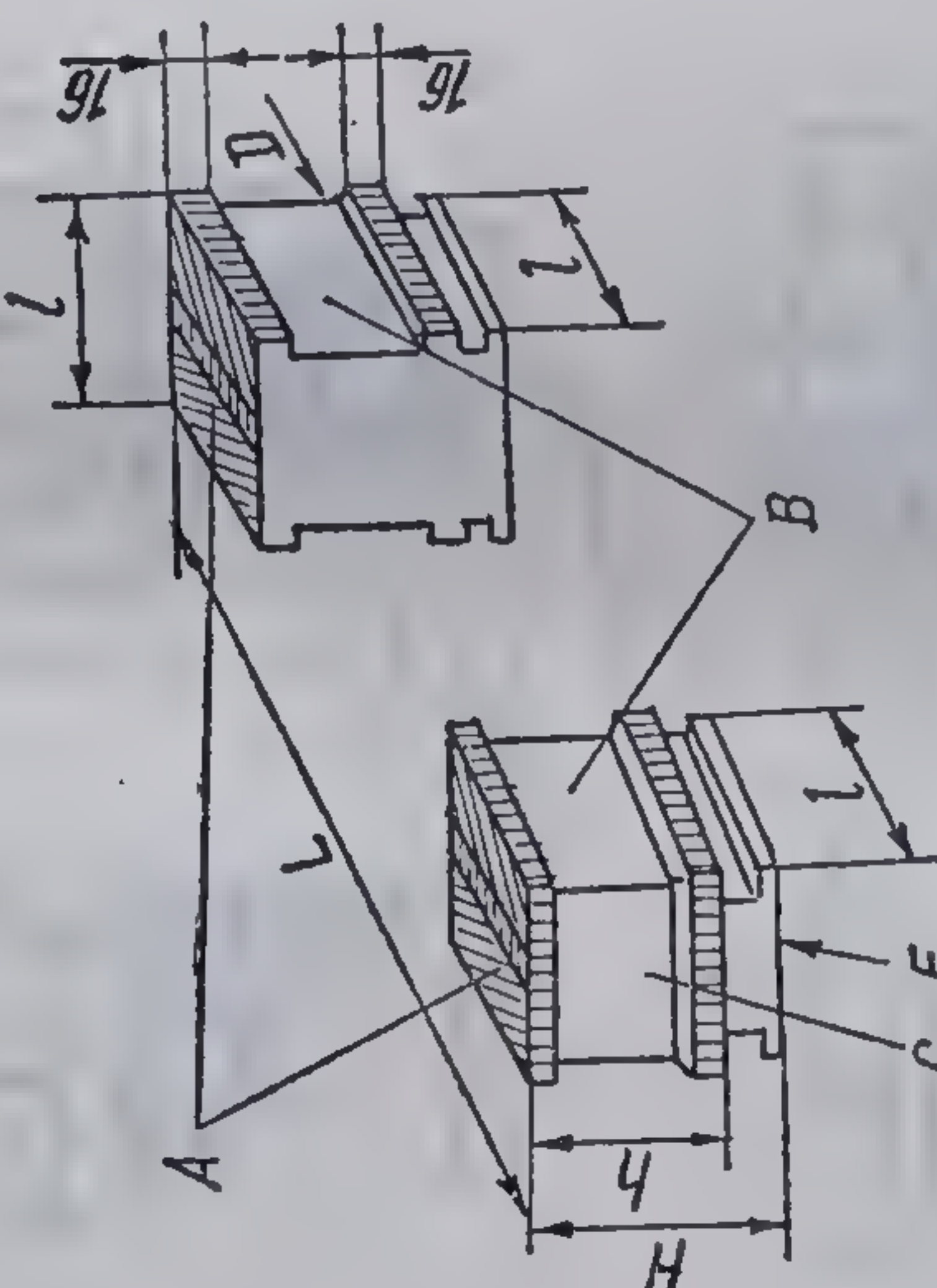
Obiectul verificării	Schema verificării	Toleranța mm	Aparate de măsurat și accesorii
<p>Perpendicularitatea a- xei arborelui princi- pal față de suprafața de lucru a mesei (pentru mașini cu axa arborelui principal verticală) în: a) plan transversal b) plan longitudinal</p>		<p>a) 0,02/300* cu $\alpha \leq 90^\circ$ b) 0,02/300 * Diametrul cer- cului descris de comparator</p>	<p>Comparator cu cadran cu precizie de citire 0,002 mm</p>
<p>Perpendicularitatea deplasării verticale a capului de frezat fa- ță de suprafața de lucru a mesei (pen- tru mașini cu axa ar- borelui principal ver- ticală) în: a) plan transversal b) plan longitudinal</p>		<p>a) 0,02/300 cu $\alpha \leq 90^\circ$ b) 0,02/300</p>	<p>— Comparator cu ca- dran cu precizie de citire 0,002 mm — Echer de verifica- re cu lungimea uti- lă 300 mm</p>

Tabelul 30.1 (continuare)

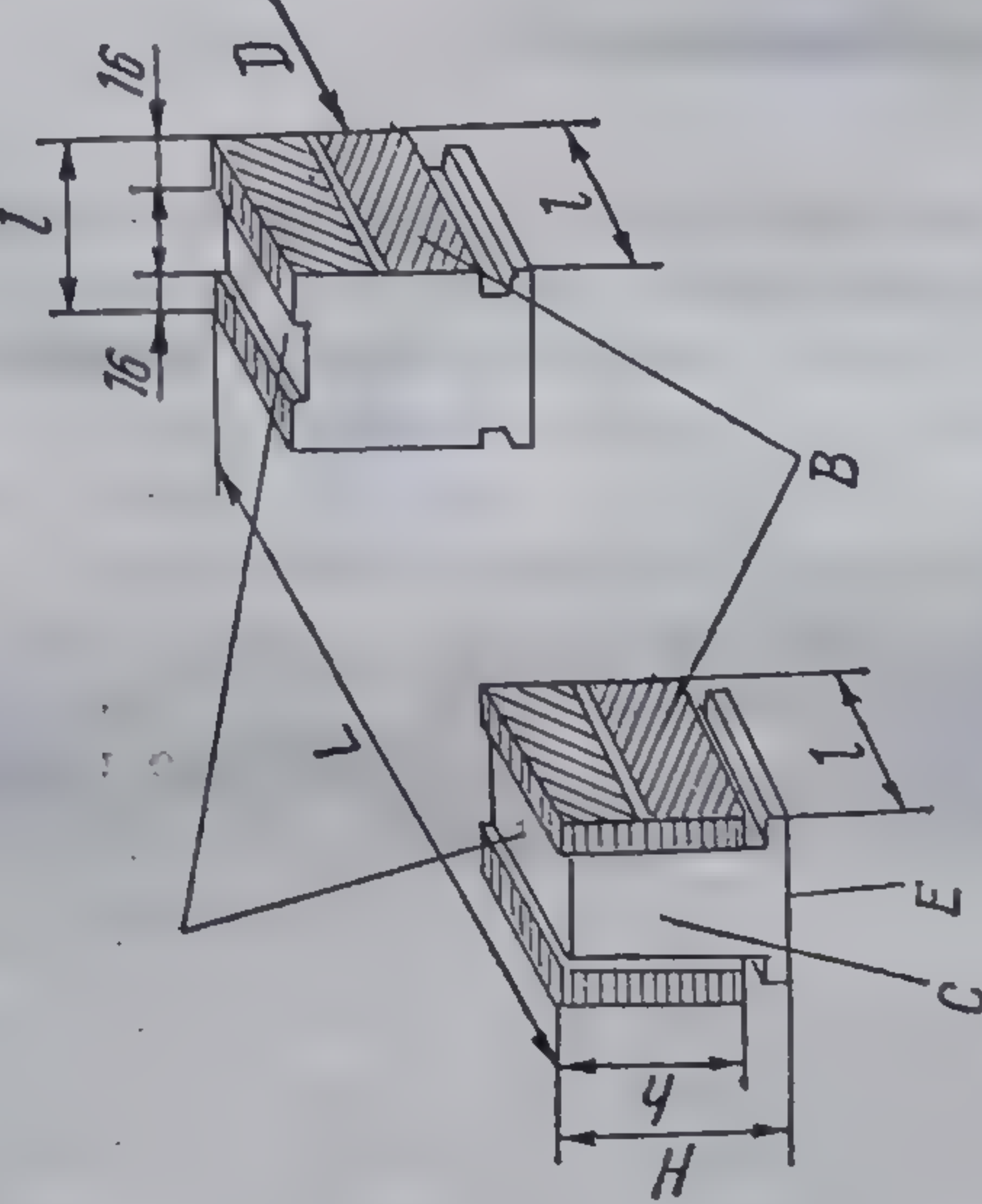
Obiectul verificării	Schema verificării	Toleranța mm	Aparate de măsurat și accesorii
<p>Rectilinitatea deplasării verticale a consolei în:</p> <p>a) plan transversal</p> <p>b) plan longitudinal</p>		<p>a) 0,025/300</p> <p>b) 0,025/300</p>	<p>— Comparator cu cadran cu precizia de citire 0,002 mm</p> <p>— Echer de verificare cu lungimea utilă a laturii 300 mm</p>

Tabelul 30.1 (continuare)

B. Verificarea preciziei de lucru

Obiectul verificării	Schema verificării	Toleranța mm	Aparate de măsurat și accesorii
<p>Pentru mașini de frezat cu axa arborelui principal verticală</p> <p>Planeitatea suprafeței A</p>		0,02	<p>— Riglă de verificare</p> <p>— Cale plan paralele STAS 2517-66 clasa de precizie 3</p>
<p>Înălțimea (distanța) H dintre suprafața (suprafețele), superioară (e) și suprafața (suprafețele) de bază</p>	<p>* $L = 1/2$ din cursa longitudinală</p> <p>$l = h = 1/8$ din cursa longitudinală</p> <p>$l_{min} = 50$</p> <p>$l_{max} = 100$ pentru $L \leq 500$ mm</p> <p>150 pentru $500 < L \leq 1000$ mm</p> <p>200 pentru $L > 1000$ mm</p>	0,03	<p>— Micrometru cu precizie 0,002 mm</p>
<p>Perpendicularitatea planelor conținând benzile corespunzătoare fețelor B, C și D între ele și a fiecărei dintre acestea pe suprafața A.</p>	<p>* Lungimea piesei care se verifică sau distanța dintre fețele opuse a două piese care se verifică</p> <p>În cazul când cursa longitudinală a frezei este 400, se pot utiliza una sau două piese. Când cursa este 100, se va utiliza o singură piesă ce va fi prelucrată pe toată lungimea s.</p>	0,02/100	<p>Echer de verificare</p> <p>Cale plan paralele STAS 2517-66 clasa de precizie 3</p>

Tabelul 30.1 (continuare)

Obiectul verificării	Schema verificării	Toleranța mm	Aparate de măsurat și accesorii
<p>Pentru mașina de frezat cu axa arborelui principal orizontală</p> <p>Planeitatea suprafeței B</p> <p>Perpendicularitatea planelor conținând benzile corespunzătoare fețelor C, A și D între ele și a fiecăreia dintre acestea pe suprafața B</p> <p>Echidistanța dintre suprafață (suprafețele) superioară (e) și suprafața (suprafețele) de bază. (H)</p>		<p>0,02</p> <p>0,02/100</p> <p>0,03</p>	<p>Riglă de verificare Cale plan paralele</p> <p>Echer de verificare Cale plan paralele</p> <p>Micrometru cu precizia 0,002 mm</p>

4. MĂSURI DE TEHNICĂ A SECURITĂȚII MUNCII LA RECEPȚIA, DUPĂ REPARAREA MAȘINILOR, UTILAJELOR ȘI INSTALAȚIILOR

La atelierele de reparații și în toate locurile unde se face recepția mașinilor, utilajelor și instalațiilor după reparare trebuie luate măsuri pentru evitarea accidentelor și a deteriorării organelor de mașini. Printre măsurile care trebuie luate se amintesc:

- respectarea temperaturii mediului ambiant;
- mecanizarea și automatizarea muncilor auxiliare;
- curățirea aerului de praf, gaze, abur etc. prin ventilație naturală sau artificială;
- asigurarea unui iluminat corespunzător;
- respectarea metodelor de verificare conform prescripțiilor din documentația de bază.

Recepția mașinilor, utilajelor și instalațiilor după reparare se va face numai de către personal instruit în acest scop. La recepție se va purta echipamentul de protecție indicat.

VERIFICAREA CUNOȘTINȚELOR

1. Care sînt parametrii mai importanți ce se controlează la piesele noi și la materialele acestor piese?
2. Să se facă referiri asupra controlului montării după reparațiile la:
 - mecanisme cu deplasări calculate;
 - piese de tipul arborilor principali;
 - angrenaje cu roți dințate și melcate;
 - cuplaje și ambreiaje;
 - instalații de ungere și răcire.
3. În ce constau și cum se fac verificările mașinilor, utilajelor și instalațiilor la recepția de după reparații?

CAPITOLUL 31

MODERNIZAREA MAȘINILOR, UTILAJELOR ȘI INSTALAȚIILOR

1. NECESITATEA MODERNIZĂRII

Prin *modernizarea* mașinilor, utilajelor și instalațiilor se înțelege ansamblul de lucrări ce trebuie făcute acestor mijloace pentru a înlătura uzarea morală ce li se atribuie.

Momentul cel mai potrivit pentru a face modernizarea unei mașini, utilaj sau instalație este momentul în care se face o reparație capitală sau o reparație accidentală.

Problemele care se pun în legătură cu modernizarea se analizează imediat după ce au fost examinate problemele de reparații.

Modernizarea este impusă de următorii factori:

- mărirea productivității mașinilor, utilajelor și instalațiilor;
- îmbunătățirea calității producției;
- lărgirea sau specializarea posibilităților de lucru;
- îmbunătățirea calității mașinii, utilajului sau instalației în ceea ce privește protecția muncii etc.

Prin orice fel de modernizare a mașinii, utilajului sau instalației trebuie să se urmărească reducerea consumurilor de timp și de fonduri pentru reparații și sporirea durabilității acestora.

Odată cu mărirea puterii și a vitezelor de lucru, trebuie să se rezolve și alte probleme de modernizare, ca, de exemplu, mărirea rigidității și a rezistenței la vibrații a pieselor. Aceasta se realizează prin finisarea atentă a tuturor îmbinărilor fixe și mobile, prin perfecționarea sistemelor de strângere pentru fixarea subansamblurilor componente, prin rigidizarea arborilor principali, precum și prin reglarea minuțioasă a tuturor părților componente ale mașinilor, utilajelor și instalațiilor.

Prin modernizare, se fac importante economii și se dă posibilitatea ca aceste fonduri să fie dirijate către alte obiective.

2. ORGANIZAREA LUCRĂRILOR DE MODERNIZARE

În întreprinderile noastre, lucrările de modernizare se execută pe două căi și anume: lucrări de modernizare executate în mod organizat și lucrări de modernizare executate din inițiativa întreprinderii.

a. Lucrări de modernizare executate în cadrul planului tehnic

În cadrul lucrărilor de modernizare executate prin planul tehnic, ministerele informează permanent întreprinderile din subordine despre modernizările făcute asupra unor tipuri de mașini, utilaje și instalații care pot fi extinse.

Informarea constă dintr-o descriere constructivă a modernizării și o descriere a performanțelor obținute de mașinile modernizate. După importanța modernizării se hotărăște dacă ea trebuie extinsă în mod organizat asupra tuturor utilajelor de același tip și se introduce în planul de producție, ca sortiment independent, al unei întreprinderi constructoare de mașini, de unde poate fi procurată.

În această situație, odată cu întocmirea planului de producție, se trasează ca sarcină întreprinderilor modernizarea acestor tipuri de utilaje și instalații.

Ca exemplu de modernizare se poate menționa cazul strungurilor normale fabricate la Întreprinderea de strunguri din Arad, unde a fost modernizat în ultimul timp, strungul normal SN 400 I.

În prezent, se fabrică strunguri SN 400 I, care prezintă o variantă îmbunătățită a strungului SN 400 obținută prin reproiectarea unor subansambluri ca: păpușa mobilă, lunetele, săniile etc. Pe lângă obținerea unor linii moderne și a unei rigidități sporite, pentru a se mări gradul de utilizare al mașinii, accesoriile existente la vechiul tip au fost îmbunătățite și suplimentate cu altele de tipul: ceasului de filet, portcuțitului cu schimbare rapidă, dispozitivului de măsurat avansul etc.

De asemenea, strungurile normale au fost echipate cu dispozitive moderne de prindere a pieselor, dintre acestea se menționează: vîrfurile striate, mandrinele cu strîngere automată pentru prinderea arborilor, vîrfurile inverse speciale, dispozitivul pentru strunjirea arborilor cu rigiditate mică, dispozitivul cu vîrf de prindere din mers, mandrina cu două fălci etc.

b. Lucrări de modernizare executate din inițiativa întreprinderii

În întreprinderile constructoare de mașini, fiecare serviciu tehnic are un colectiv de ingineri și tehnicieni care se ocupă cu problema modernizării utilajului.

Odată cu întocmirea planului de măsuri tehnico-organizatorice în vederea realizării planului de producție, se întocmește și *planul de modernizări* la nivelul întreprinderii.

Acest plan are la bază o cunoaștere amănunțită a necesităților procesului de producție, propunerile colectivelor de muncitori fruntași, ingineri și tehnicieni din secțiile de producție cît și necesitățile introducerii unor procedee tehnologice moderne.

Lucrările de modernizare se realizează în atelierele de reparații din cadrul serviciului Mecanic șef al întreprinderii respective.

3. SARCINILE DE BAZĂ ALE MODERNIZĂRII

Sarcinile de bază ale modernizării sînt de a reda producției mașinile, utilajele și instalațiile cu uzare morală, asigurîndu-le parametri care să justifice din punct de vedere economic modernizarea lor.

Lucrările de modernizare trebuie să se îndrepte în următoarele direcții principale:

Modificări constructive pentru reducerea timpului de bază prin:

- mărirea rigidității subansamblurilor și aplicarea unor regimuri intensive de lucru;

- folosirea de scule și dispozitive noi pentru mărirea productivității și îmbunătățirea calității produselor.

Modificări constructive și echipări cu dispozitive pentru reducerea timpului auxiliar prin:

- reducerea numărului organelor de comandă și amplasarea lor printr-o poziție comodă de manevrare;

- montarea unui sistem de frînare a arborelui principal pentru a se reduce timpul de prindere și desprindere a pieselor, în cazul mașinilor-unelte;

- introducerea mecanismelor de blocare, care să împiedice cuplarea mai multor comenzi antagoniste;

- mărirea vitezei în cursa de mers în gol pentru mașinile de rabotat, mortezat etc.;

- introducerea dispozitivelor de prindere și desprindere rapidă a pieselor la mașinile de rectificat, strunguri normale, strunguri revolver (mandrine pneumatice, mecanice, magnetice etc.);

- adoptarea la mașinile de rectificat a dispozitivelor de oprire automată a mașinii în momentul cînd piesa are dimensiuni stabilite;

- adaptarea mașinilor pentru ca un singur muncitor să poată deservi simultan mai multe mașini;

- introducerea dispozitivelor de retragere rapidă a suportului portsculă, la agregatele mari și grele;

- introducerea dispozitivelor de reglare automată a adîncimii de tăiere în funcție de uzarea sculei în timpul procesului de așchiere.

Modernizări privind mărirea posibilităților tehnologice se realizează prin:

- executarea unor operații complexe;

- adaptarea mașinilor pentru executarea unor operații pe care nu le execută prin construcția inițială;

- îmbunătățirea metodelor de prelucrare.

Specializarea utilajelor pe un număr redus de operații.

Utilajele existente cu uzarea fizică și morală pot fi folosite la maximum prin adaptarea lor la operațiile unice pentru producția în serie sau în masă. În aceste situații nu se vor mai folosi mecanismele care nu mai sînt necesare mașinii simplificate.

În toate cazurile utilajul care urmează a fi modernizat se va alege în următoarea ordine:

- mașini, utilaje și instalații care produc ștrangulări în producție;

— mașini și utilaje exploatate incomplet și care prin modernizare își vor lărgi domeniul de utilizări sau își vor schimba destinația.

De asemenea, prin modernizarea utilajelor se vor îmbunătăți calitativ piesele de mare uzură, mărindu-se astfel durata între două reparații și reducându-se cheltuielile de întreținere și reparații.

4. CALCULUL EFICIENȚEI MODERNIZĂRILOR

Lucrările de modernizare sînt finanțate din fondurile de reparații.

Pentru ca aplicarea unei modernizări să fie justificată, ea trebuie să îndeplinească ambele sau una din următoarele condiții:

— să contribuie la reducerea costului producției dar să fie mai ieftină decît un utilaj nou;

— să contribuie la reducerea costului producției prin creșterea productivității muncii, prin reducerea consumului de materie primă sau materie auxiliară sau prin reducerea cheltuielilor de întreținere și reparație a mașinilor, utilajelor și instalațiilor.

Cînd modernizarea contribuie la îmbunătățirea calității producției, singurul criteriu de comparație asupra eficienței aplicării modernizării este valoarea cheltuielilor de modernizare în comparație cu prețul de vînzare al unui utilaj nou și modern, care asigură aceeași calitate a producției.

De exemplu, cheltuielile de modernizare se calculează astfel:

Din normarea consumului de materiale și de manoperă s-a stabilit că valoarea materialelor este de 2 800 lei și valoarea manoperei de modernizare de 4 500 lei. Lucrarea se execută în ateliere de reparații care au un coeficient al cheltuielilor de fabricație de 110%, iar regia generală de 16%.

Deci:

a) valoarea materialelor	2 800 lei
b) valoarea manoperei	4 500 lei
c) cheltuieli de fabricație (4 500 × 110%) (Cv 11%)	4 950 lei

Total (a+b+c)	12 250 lei
d) cheltuieli cu regia generală (9 550 × 16%)	1 960 lei

Total (a+b+c+d)	14 210 lei.
-----------------	-------------

Cînd introducerea modernizării contribuie la mărirea productivității muncii și reducerea costului, cheltuielile de modernizare se compară cu economia obținută pe o perioadă limitată, de exemplu, 1—2 ani de aplicare a modernizării.

Dacă volumul economiilor depășește valoarea modernizării calculată ca la punctul precedent, atunci aplicarea ei se aprobă. Dacă cheltuielile nu pot fi recuperate într-o perioadă de maximum trei ani, modernizarea nu este justificată din punct de vedere economic.

5. MODERNIZAREA PRIN MODIFICĂRI CONSTRUCTIVE

Pentru înțelegerea modului de realizare a modernizării prin modificări constructive se iau ca exemplu mașinile-unelte.

Modificările constructive legate de reducerea timpului de bază se referă la acele părți ale mașinii-unelte ce contribuie la mărirea vitezei de lucru și la rigiditate și care să permită prelucrarea pieselor cu adâncime de așchiere și avansuri mari.

Dacă presupune că mașina-unelte susceptibilă de modernizare prezintă lagăre cu alunecare care în condițiile creșterii turației și unei încărcări sporite determină încălzirea, uzarea rapidă, dereglări sau chiar gri-pări; aceasta presupune întreruperea funcționării mașinii respective, cheltuieli suplimentare cu reparare etc. Aceste neajunsuri se pot înlătura prin înlocuirea lagărelor cu alunecare cu lagăre cu rostogolire, care permit funcționarea în condiții mai bune la sarcini și turații mari, iar reparația lor se poate face de un personal cu calificare mai redusă.

6. MODERNIZAREA PRIVIND LĂRGIREA POSIBILITĂȚILOR TEHNOLOGICE

Lucrările de modernizare prin mărirea posibilităților tehnologice constau în:

- executarea unor operații complexe;
- adaptarea utilajului pentru executarea unor operații pe care prin construcție nu le poate executa.

Executarea unor operații complexe pe utilaje cu uzare morală sau chiar pe utilaje noi presupune realizarea unui înalt grad de automatizare, introducerea comenzilor după program, echiparea mașinii cu dispozitive etc.

Adaptarea utilajelor pentru executarea unor operații care prin construcția lor inițială nu le pot executa se realizează prin echiparea cu dispozitive suplimentare, ca:

- dispozitive pentru alimentare automată la prese cu excentric pentru lucrările de ștanțare din bandă de tablă;
- dispozitive de alimentare automată la mașinile de rectificat fără vîrfuri;
- dispozitive de așezat pe mașinile de frezat;
- dispozitive de compensare a uzării sculei pentru menținerea reglajului inițial etc.

Mașinile și utilajele universale vechi, cu uzare fizică și morală, pot fi folosite în continuare prin adaptarea lor la operații unice pentru producția în serie sau în masă.

Astfel, o mașină universală lucrînd atît la finisări, cît și la degroșări, la piese de dimensiuni variate, trebuie să aibă o putere în concordanță cu piesa cea mai mare pe care o prelucurează. În cazul lucrărilor de finisare se va folosi numai o mică parte din puterea mașinii și mașina va lucra cu un randament scăzut.

În acest caz, restrîngerea intervalului de reglare permite o alegere mai avantajoasă a angrenajelor, care să asigure o bună utilizare a mașinii, la

prelucrarea unui interval restrîns de dimensiuni. Restrîngerea intervalului de reglaj se obține ușor, împărțindu-se operațiile în grupe și afectîndu-se fiecărei grupe de operații anumite mașini.

Specializîndu-se utilajul pentru anumite operații se pot realiza mărirea turației, puterii, rigidității mașinii și reducerea timpilor auxiliari.

În această situație, mașina capătă o formă simplificată și nu-i mai sînt necesare toate mecanismele. Prin reducerea numărului de mecanisme folosite se mărește gradul de precizie al mașinii, se asigură o manevrare și ea poate fi echipată cu dispozitive de mare productivitate.

VERIFICAREA CUNOȘTINȚELOR

1. Ce se urmărește prin acțiunea de modernizare și cînd este bine să se facă această modernizare?
2. Care sînt direcțiile principale ale lucrărilor de modernizare?
3. Prin ce se deosebește modernizarea prin modificări constructive de modernizarea care urmărește lărgirea posibilităților tehnologice?

NORMAREA TEHNICĂ

1. IMPORTANȚA NORMĂRII TEHNICE
IN PROCESUL DE PRODUCȚIE

Activitatea unei întreprinderi productive se caracterizează printr-un consum de muncă, element de bază al oricărui proces de producție. Consumul de muncă pentru executarea unei faze de lucru sau realizarea unui produs se ilustrează prin norma de timp. Norma de timp oferă posibilitatea cunoașterii timpului în care se execută, în anumite condiții, o fază de lucru sau un produs.

Norma de timp stă la baza determinării capacității de producție și a productivității mașinilor, utilajelor din ateliere, secției și a întreprinderii în ansamblu.

Norma de timp se stabilește în funcție de posibilitățile de exploatare ale utilajului, sculelor și altor mijloace de producție în condițiile aplicării metodelor de lucru corespunzătoare tehnicii moderne, ținându-se seama în același timp și de experiența în lucru a muncitorilor frunțași. Pe baza normelor de timp se stabilesc: necesarul de mașini și utilaje; necesarul de muncitori; se coordonează procesul tehnologic și se organizează munca.

Norma de timp stă la baza remunerării muncii și a stabilirii costului produselor.

2. STRUCTURA NORMEI DE TIMP

În decursul desfășurării procesului de producție, muncitorul execută anumite lucrări de mînuire, supraveghere, măsurări, studierea documentației tehnice etc. Aceasta este munca productivă. Se poate însă întîmpla, ca din anumite motive, muncitorul să lucreze sau să efectueze lucrări care nu sînt în legătură cu procesul de lucru sau care ar trebui să fie executate de alți muncitori (aducerea materialelor, sculelor, repararea mașinilor-unelte etc.). Aceasta este munca neproductivă. O bună organizare a locului de muncă reduce la minimum timpul neproductiv.

Norma de muncă N_M reprezintă cantitatea de muncă necesară, ce se stabilește unui executant, care are calificarea corespunzătoare și lucrează cu intensitate normală, pentru efectuarea unor operații, lucrări sau ser-

vicii, în anumite condiții tehnice și organizatorice precizate. Norma de muncă poate fi individuală sau colectivă.

Timpul de muncă T_M este durata reglementată a zilei de muncă, fiind format din timpul productiv și timpul neproductiv. Acești timpi, în proporții diferite, alcătuiesc *norma de timp N_T* , care reprezintă timpul stabilit unui executant cu calificarea corespunzătoare, lucrînd cu intensitate normală pentru efectuarea unei unități de lucrare (produs), în condiții tehnice și organizatorice precizate. Norma de timp se măsoară în unități de timp-om (zi-om, h-om, min-om, s-om) pe unități naturale (buc., kg, m etc.) și cuprinde:

Timpul de lucru productiv T_p , care — după STAS 6909-75 — este timpul în cursul căruia executantul efectuează lucrările necesare pentru realizarea unei sarcini de muncă și cuprinde următoarele componente:

— *timpul de pregătire și încheiere T_{pi}* , ce reprezintă timpul în cursul căruia executantul, înainte de începerea unei lucrări, creează la locul de muncă condițiile necesare efectuării acesteia și, după terminarea ei, aduce locul de muncă în stare inițială.

— *timpul operativ T_{op}* , care este timpul în cursul căruia executantul efectuează sau supraveghează lucrările necesare pentru modificarea cantitativă și calitativă, a obiectului muncii, efectuînd totodată și acțiuni ajutoare, ca modificarea să poată avea loc. Timpul operativ cuprinde: *timpul de bază t_b* și *timpul ajutător t_a* .

Timpul de bază reprezintă timpul în cursul căruia executantul efectuează sau supraveghează lucrările necesare pentru modificarea cantitativă și calitativă a obiectului muncii, respectiv a dimensiunilor, formei, compoziției, proprietăților, stării lui sau a dispunerii în spațiu a diferitelor părți ale sale. În cazul operațiilor de transport, este timpul de deplasare a produselor.

Timpul ajutător reprezintă timpul în cursul căruia nu se produce nici o modificare cantitativă sau calitativă a obiectului muncii, însă executantul trebuie să efectueze mînuirile (mișcările) necesare sau să supravegheze utilajul, pentru ca modificarea să poată avea loc;

— *timpul de deservire a locului de muncă T_d* se definește ca fiind timpul în cursul căruia executantul asigură, pe întreaga perioadă a schimbului de muncă, atît menținerea în stare normală de funcționare a utilajelor și a sculelor, cît și organizarea, aprovizionarea, ordinea și curățenia locului de muncă, conform sarcinilor de muncă ce-i sînt stabilite. Acest timp reprezintă suma dintre *timpul de deservire tehnică t_{dt}* și *timpul de deservire organizatorică t_{do}* .

Timpul de deservire tehnică este timpul în cursul căruia executantul asigură, pe întreaga perioadă a schimbului de muncă, menținerea în stare normală de funcționare a utilajelor și de utilizare a sculelor cu care efectuează sarcinile de muncă ce-i sînt stabilite.

Timpul de deservire organizatorică este timpul în cursul căruia executantul asigură, pe întreaga perioadă a schimbului de muncă, organizarea, aprovizionarea și îngrijirea locului său de muncă, conform sarcinilor de muncă ce-i sînt stabilite;

— *timpul de întreruperi reglementate T_r* este definit ca fiind timpul în cursul căruia procesul de muncă este întrerupt pentru odihnă și nece-

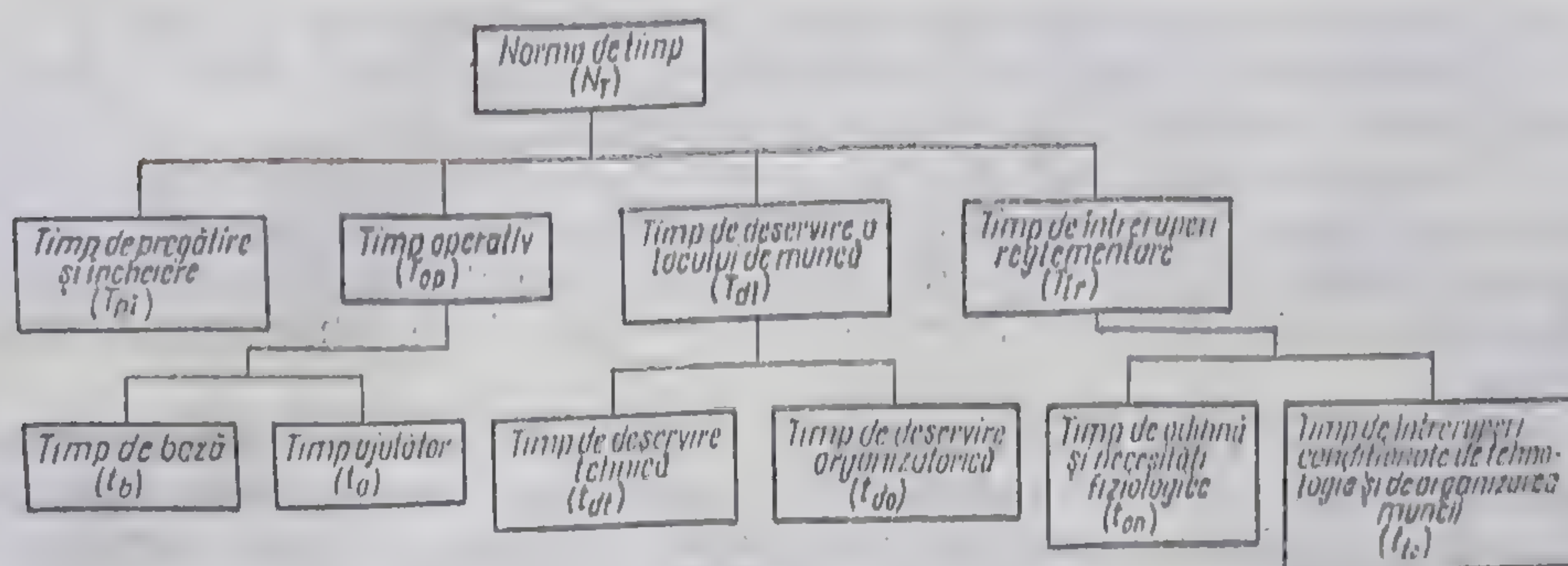


Fig. 32.1. Structura normei de timp.

sitățile fiziologice ale executantului și pentru a avea loc întreruperile condiționate de tehnologie și de organizare a muncii. Acest timp se compune din *timpul de odihnă și necesități fiziologice* t_{on} și *timpul de întreruperi condiționate de tehnologie și de organizare a muncii* t_{io} .

Timpul de odihnă și necesități fiziologice reprezintă timpul, din durata reglementată a zilei de muncă, în cursul căruia procesul de muncă este întrerupt în scopul menținerii capacității de muncă și a satisfacerii necesităților fiziologice și de igienă personală ale executantului.

Timpul de întreruperi condiționate de tehnologie și de organizarea muncii reprezintă timpul de întrerupere a procesului de muncă ce rezultă inevitabil din prescripțiile tehnice de folosire a utilajului, din tehnologie și din activitatea executanților la locul de muncă respectiv.

Schematic, norma de timp N_T poate fi reprezentată ca în figura 32.1. Norma de timp a unei singure piese din lot este dată de relația:

$$N_T = \frac{T_m}{n} + (t_b + t_a) + (t_{dt} + t_{do}) + (t_{on} + t_{io}), \quad (32.1)$$

unde n este numărul de bucăți a lotului de piese.

Norma de timp stabilită trebuie să fie reală, să se poată aplica practic în anumite condiții de muncă, să asigure o bună productivitate și în același timp calitatea produselor.

Norma de timp se determină analitic sau folosindu-se tabele normative. În acest sens, Institutul de cercetări și proiectări tehnologice pentru industria construcțiilor de mașini (I.C.T.C.M.) a elaborat normative de timp unificate valabile în cadrul Ministerului Industrii Construcțiilor de Mașini pentru prelucrări pe mașinile-unelte, pentru lucrările de lăcătușărie și montaj și pentru lucrări de întreținere și reparații.

3. METODE FOLOSITE PENTRU STUDIAREA ȘI MĂSURAREA TIMPULUI DE MUNCĂ

Consumul timpului de muncă se măsoară frecvent cu ajutorul următoarelor metode: observarea instantanee, fotografierea, cronometrarea și fotocronometrarea.

Metoda de măsurare a timpului de muncă se alege în funcție de scopul urmărit și de gradul de precizie justificat, din punct de vedere economic, pe care îl necesită fiecare studiu în parte.

Observarea instantanee nu urmărește durata elementelor de muncă, ci numai frecvența cu care apar diferite categorii de timp de muncă într-un schimb. Această metodă oferă observatorului posibilitatea să urmărească activitatea unui mare număr de muncitori, chiar din ateliere diferite.

Prin fotografiere, cronometrare și fotocronometrare se înregistrează duratele componente ale procesului de producție, care formează obiectul observării; studiindu-se succesiunea acestor elemente și durata lor se pot sesiza defecțiunile în conținutul procedeeelor și metodelor de muncă, precum și simultaneitatea executării diverselor mînuiri și a suprapunerii lor cu funcționarea utilajului.

Cele patru metode de măsurare a timpului de lucru pot fi folosite fie la un singur muncitor (observare individuală) fie la un grup de muncitori (observare colectivă). În toate cazurile, observatorii se folosesc de aparate de înregistrare cu mecanism de ceasornic, iar uneori aparate de filmat și oscilografe.

Pentru determinarea normei de timp, este necesar să se respecte următoarele condiții:

- executantul folosit pentru determinarea normei trebuie să cunoască tehnica fabricației în locul respectiv și să aibă un ritm de lucru cuprins între cel al unui muncitor fruntaș și cel al unui muncitor obișnuit;

- succesiunea operațiilor procesului tehnologic să fie rațională, în conformitate cu utilajul existent și mărimea lotului de piese de prelucrat;

- să se întrebuițeze cele mai eficace scule și dispozitive;

- să se lucreze cu cele mai rentabile regimuri de lucru;

- procesul tehnologic să se desfășoare în cele mai bune condiții organizatorice, separîndu-se funcțiile auxiliare și cele pregătitoare de cele fundamentale și asigurîndu-se aprovizionarea cu cele necesare pentru ca munca să nu se întrerupă;

- să se combine la timp acțiunea muncitorului cu funcționarea automată a mașinii-unelte, pentru a se crea posibilitatea deservirii mai multor mașini de către un singur muncitor;

- întrebuițarea rațională a sistemului de prelucrare simultană a mai multor piese;

- norma tehnică trebuie să fie calculată în funcție de gradul de dificultate al piesei, de adaosurile normale de prelucrare, de materialele folosite, de ziua de muncă integral folosită.

4. NORMAREA TEHNICĂ LA PRELUCRAREA PE MAȘINI-UNELTE

Normarea tehnică la prelucrarea pe mașini-unelte, pe lângă stabilirea normei de lucru sau de producție, oferă posibilitatea aprecierii eficienței procesului tehnologic ales, deci a costului prelucrării. Factorul principal

care determină valoarea normei de lucru la un anumit tip de mașină este regimul de așchiere, care la rândul său depinde de mai mulți factori: prelucrabilitatea materialului, proprietățile așchietoare ale sculei, durabilitatea sculei etc.

După stabilirea regimului de așchiere (studiat în capitolele precedente) se calculează timpul de bază cu relația:

$$t_b = \frac{L}{n \cdot s} \cdot i \text{ [min]}, \quad (32.2)$$

în care:

- L este lungimea de lucru, în mm;
- n — numărul de rotații pe minut;
- s — avansul longitudinal, în mm/rot;
- i — numărul de treceri.

a. Normarea tehnică la strunjire

Pentru determinarea timpului necesar executării operațiilor de strunjire, se va stabili fiecare componentă ce influențează norma tehnică de timp.

Timpul de pregătire și încheiere ce revine unei piese din lot, se obține din tabele, având în vedere activitățile generale curente și suplimentare. Relația de calcul a timpului de bază pentru lucrări de strunjire, este:

$$t_b = \frac{L}{n \cdot s} \cdot i = \frac{\pi \cdot d \cdot L}{1000 \cdot v \cdot s} \cdot i \text{ [min]}, \quad (32.3)$$

iar

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3 \text{ [mm]}, \quad (32.4)$$

în care:

- l este lungimea suprafeței de prelucrat, în mm;
- l_1 — lungimea de apropiere a sculei pînă la începerea așchierii, în mm;
- l_2 — lungimea de ieșire din așchie a sculei, în mm;
- l_3 — lungimea trecerilor cînd se scot așchii de probă.

b. Normarea tehnică la frezare

La mașinile de frezat lucrările se pot executa cu freze cilindrice, freze, disc, freze frontale, freze profilate, freze deget. Timpul de pregătire și încheiere T_{pi} se determină cu ajutorul normativului de timp de pregătire și încheiere, avîndu-se în vedere atît condițiile generale prevăzute la strunjire, cît și condițiile specifice prelucrării pe mașini de frezat, ca: montarea și demontarea brațului-suport, montarea a două suporturi, rotirea păpușii arborelui principal, rotirea mesei mașinii cu un unghi oarecare, montarea unui opritor etc. Timpul de pregătire și încheiere obținut din însumarea acestor timpi se împarte la numărul de piese din

lotul de fabricație pentru a determina timpul de pregătire și încheiere necesar la execuția unei piese.

Timpul de bază t_b se determină cu relația:

$$t_b = \frac{L}{n \cdot s} \cdot i \text{ [min]}, \quad (32.5)$$

în care:

L este lungimea totală a cursei de lucru, în mm

$$L = l + l_1 + l_2;$$

n — turația frezei, în rot/min;

s — avansul, în mm/rot;

i — numărul de treceri;

l — lungimea de frezat, în mm;

l_1 — cursa de pătrundere, în mm;

l_2 — cursa de ieșire, în mm; $l_2 = (0,03 \dots 0,05) D$.

Pentru freze cilindrice $l_1 = \sqrt{t(D-t)}$, iar pentru freze frontale $l_1 = 0,5(D - \sqrt{D^2 - B^2})$,

în care:

D este diametrul frezei, în mm;

B — lățimea frezei, în mm;

t — adâncimea de așchiere, în mm.

c. Normarea tehnică la rabotare și mortezare

Pentru determinarea normei tehnice de timp la prelucrarea prin rabotare și mortezare se va aplica relația 31.

d. Normarea tehnică la prelucrarea găurilor

La prelucrarea găurilor, timpul de pregătire și încheiere este dat în normative, în raport cu modul de prindere a piesei și al dispozitivului pe mașina de găurit, de dimensiunile mașinii de găurit și este calculat pentru modul de organizare a producției în care documentele de lucru, sculele și dispozitivele se aduc la locul de muncă de către personalul indirect productiv.

Timpul de bază t_b este stabilit cu ajutorul unor relații de calcul, avându-se în vedere operația tehnologică și felul găurii, înfundate sau pătrunsă.

5. NORMAREA TEHNICĂ LA LUCRĂRILE DE LĂCĂTUȘĂRIE ȘI MONTAJ

Cu toate că procedeele manuale de prelucrare sînt în marea majoritate înlocuite, totuși mai sînt lucrări ca: operațiile de ajustare, de debavurare, de răzuire etc. care nu se pretează la prelucrarea mecanică. De

asemenea, un volum destul de mare de muncă se mai folosește și la lucrările de montaj.

Norma tehnică de timp pentru lucrările de lăcătușărie are aceeași structură reprezentată în figura 33. Normarea timpului de pregătire și încheiere se face pentru întregul complex de operații iar valorile se dau în tabelul 32.1.

Caracteristic acestor lucrări este faptul că sînt în majoritate lucrări manuale, ceea ce îngreuiază separarea timpului de bază de cel ajutător.

Tabelul 32.1

Timp de deservire a locului de muncă T_{dl} , timp de odihnă și necesități fiziologice t_{on} și timp de pregătire și încheiere T_{pt}

Denumirea operației	Timp de deservire a locului de muncă T		Timp de odihnă și necesități fiziologice $t_{on} = \% T_{op}$	Timp de pregătire și încheiere min, m T_{pt}
	Timp de deservire tehnică $t_{dt} = \% T_{op}$	Timp de deservire organizatorică $t_{do} = \% T_{op}$		
	a	b	c	d
Trasare	1,3	1,4	6,5	6,8
Debitare cu fierăstrăul	1,0	1,1	7,5	4,5
Debitare cu foarfecele	1,0	1,1	7,5	4,3
Debitare cu dalta	1,0	1,1	7,5	4,3
Îndoire	1,2	1,3	7,5	6,3
Îndreptare	1,0	1,1	7,5	4,8
Polizare	1,0	1,1	11,0	4,0
Pilire	1,0	1,2	8,5	4,7
Debavurare	1,0	1,1	8,5	4,0
Burghiere	1,1	1,2	8,5	5,2
Alezare	1,2	1,3	8,5	6,0
Filetare	1,2	1,3	8,5	6,0
Răzuirea	1,4	1,5	6,5	7,0
Rodarea	1,4	1,5	7,5	8,0

NOTA: În cazul prelucrărilor complexe, timpii stabiliți se vor majora cu 40%.

Aceasta face ca normarea, de cele mai multe ori, să se facă pentru timpul operativ, urmînd ca celelalte categorii de timp să se determine global, în procente, față de timpul operativ (tabelul 32.1). Ca urmare, timpul operativ necesar pe unitatea de produs, la lucrările de lăcătușărie, se poate scrie sub forma:

$$T_{op} = t_a + t_b AK \text{ [min]}, \quad (32.6)$$

în care:

t_a este timpul ajutător, în min;

t_b — timpul de bază;

A — suprafața sau lungimea de ajustat, în cm^2 ;

K — coeficientul de corecție, deoarece intervin o serie de factori variabili.

Tabelul 32.2

Timpi ajutători pentru manipularea pieselor

Procedeul de manipulare	Masa piesei kg pînă la	Modul de așezare				
		Pe masă	Pe prisme	Între virfuri	Pe dorn	În dispozitiv
		a	b	c	d	e
Manuală	1	0,11	0,14	0,19	0,27	0,45
	3	0,13	0,18	0,26	0,36	0,61
	5	0,17	0,25	0,35	0,47	0,82
	10	0,27	0,35	0,45	0,58	1,10
	15	0,36	0,44	0,54	0,69	1,35
	20	0,45	0,54	0,64	0,82	1,65
	25	0,53	0,62	0,72	0,96	2,00
	30	0,60	0,70	0,80	1,10	2,30
Cu macaraua	50	2,60	2,75	2,90	3,20	4,00
	75	2,90	2,93	3,12	3,40	4,30
	100	3,10	3,20	3,30	3,60	4,50
	200	3,60	3,90	4,20	4,60	5,65
	300	4,00	4,35	4,65	5,10	6,20
	400	4,20	4,55	4,90	5,40	6,60
	500	4,40	4,75	5,10	5,60	7,00
	750	4,90	5,25	5,60	6,10	7,65
	1 000	5,50	4,80	6,20	6,80	8,60
	2 000	6,50	6,90	7,30	8,00	9,90

Tabelul 32.3

Timpi ajutători pentru verificarea dimensională

Instrumentul de măsură	Dimensiunea măsurată mm, pînă la:					
	50	100	250	500	1000	1000
	a	b	c	d	e	f
Rigla sau metrul	0,08	0,09	0,11	0,10	0,17	0,21
Echer	0,12	0,14	0,18	0,25	—	—
Șubler	0,16	0,18	0,20	0,30	0,60	—
Șubler de adîncime	0,21	0,23	0,26	—	—	—
Compas	0,23	0,26	0,30	—	—	—
Șablon limitativ simplu	0,10	0,12	0,15	0,21	0,34	—
Șablon limitativ dublu	0,14	0,16	0,18	0,23	—	—
Calibru potcoavă	0,11	0,13	0,17	—	—	—
Calibru tampon	0,20	0,26	—	—	—	—
Micrometru exterior	0,25	0,27	0,33	0,40	—	—
Micrometru interior	0,33	0,38	0,45	0,54	0,60	0,75
Micrometru de adîncime	0,26	0,29	—	—	—	—
Comparator	0,54	0,56	0,68	—	—	—

Notă: La folosirea raportorului universal, se acordă un timp $t_{an}=0,31$ min.
 — În cazul pozițiilor incomode, timpul stabilit se va majora cu 50%.

Timpul ajutător este format din timpul pentru manipularea pieselor (tabelul 32.2), timpul pentru prinderea, desprinderea, întoarcerea și deplasarea pieselor în menșină, timpul pentru prinderea, centrarea și desprinderea pieselor în dispozitive, timpul pentru ștergerea și curățirea pieselor și timpul pentru verificarea dimensională (tabelul 32.3).

La lucrările de montaj, relația pentru calculul timpului operativ are aceeași formă ca la lucrările de lăcătușărie.

VERIFICAREA CUNOȘTINȚELOR

1. Să se arate rolul economic și organizatoric al normării muncii.
2. Să se arate care este structura normei de timp și să se explice fiecare componentă în parte.
3. Să se arate metodele folosite pentru studierea și măsurarea timpului de muncă și condițiile ce trebuie respectate la determinarea normei de timp.
4. Care este metodologia și relația de calcul a normei tehnice de timp pe mașinile-unelte?

CUPRINS

Cap. 1. Elaborarea proceselor tehnologice de prelucrare mecanică	3
1. Elaborarea proceselor tehnologice și tehnologicitatea construcției mașinilor	3
2. Factorii principali care influențează proiectarea procesului tehnologic	4
3. Etape de analiză tehnico-economică a variantelor tehnologice, alegerea variantei optime a procesului tehnologic	5
Cap. 2. Materiale utilizate la executarea sculelor	7
1. Oțeluri carbon pentru scule	7
2. Oțeluri aliate pentru scule	8
3. Oțeluri rapide pentru scule	11
4. Oțeluri pentru scule destinate prelucrării materialelor nemetalice	15
5. Materiale din carburi metalice	15
6. Materiale mineraloceramice	16
7. Diamantul	17
8. Materiale abrazive	17
Cap. 3. Elementele procesului de așchiere și ale sculei așchietoare	19
1. Geometria sculelor așchietoare	19
2. Elementele așchiei. Procesul formării așchiei și tipurile de așchii	23
3. Elementele componente ale regimului de așchiere	25
4. Forțele de așchiere	25
5. Căldura și temperatura în procesul de așchiere	30
6. Uzarea și durabilitatea tăișului sculei	31
7. Viteza economică de așchiere	32
8. Vibrațiile în procesul de așchiere	32
9. Rugozitatea suprafețelor prelucrate	34
10. Stabilirea condițiilor optime de așchiere	37
Cap. 4. Alegerea semifabricatelor pentru piese de mașini. Adaosuri de prelucrare	39
1. Procedee de elaborare a semifabricatelor	39
2. Determinarea adaosurilor de prelucrare	42
Cap. 5. Destinația și caracteristicile dispozitivelor în construcția de mașini	46
1. Locul și rolul dispozitivelor în operațiile de prelucrare pe mașini unelte, de asamblare și de control	46
2. Clasificarea dispozitivelor	47
3. Condițiile impuse la executarea dispozitivelor	48
4. Eficiența economică a folosirii dispozitivelor	48
5. Elemente tipizate și standardizate ale dispozitivelor de lucru	51
Cap. 6. Schema de orientare și fixare	53
1. Orientarea și fixarea pieselor	53
2. Principii în orientarea și fixarea pieselor la prelucrare și condițiile impuse schemelor de orientare și fixare	56

3. Simbolurile utilizate în schemele de orientare și fixare	57
4. Erorile de orientare a pieselor în vederea prelucrării	61
Cap. 7. Elemente de așezare (reazeme)	65
1. Condiții impuse elementelor de așezare	65
2. Elemente de așezare principale	65
3. Elemente de așezare auxiliare	69
Cap. 8. Elemente și mecanisme de strângere	71
1. Rolul elementelor și mecanismelor de strângere	71
2. Erori de strângere	72
3. Clasificarea mecanismelor de strângere	73
4. Scheme de strângere	73
5. Mecanisme de strângere cu pene	75
6. Mecanisme de strângere cu excentric	78
7. Mecanisme de strângere cu filet	80
8. Mecanisme de strângere cu arcuri	81
9. Măsuri de tehnică a securității muncii	81
Cap. 9. Mecanisme de centrare și fixare	83
1. Mecanisme de centrare și fixare cu prisme	83
2. Mecanisme de centrare și fixare cu pîrghii	84
3. Mecanisme de centrare și fixare cu pene multiple și plunjere	85
4. Mecanisme de centrare și fixare cu bușe elastice	86
5. Mecanisme de centrare și fixare cu hidroplast	88
6. Mecanisme de indexare	89
Cap. 10. Acționarea pneumatică a dispozitivelor	91
1. Avantajele acționării pneumatice	91
2. Schema generală a instalațiilor pneumatice și aparatura folosită	92
3. Etanșarea	96
4. Conducte și armături	97
5. Măsuri de tehnică a securității muncii la acționarea pneumatică a dispozitivelor	98
Cap. 11. Acționarea hidraulică a dispozitivelor	100
1. Avantaje și dezavantaje ale acționării hidraulice	100
2. Sisteme și scheme de acționare hidraulică	100
3. Măsuri de tehnică a securității muncii	103
Cap. 12. Construcția dispozitivelor	104
1. Condiții impuse corpurilor dispozitivelor	104
2. Elemente folosite la așezarea și fixarea dispozitivelor pe mașină-unealtă	105
3. Materiale folosite în construcția corpurilor dispozitivelor	107
4. Indicații cu privire la construcția dispozitivelor și alegerea variantei optime	108
Cap. 13. Dispozitive pentru mașini-unelte	110
1. Dispozitive pentru mașini-unelte de burghiat	110
2. Dispozitive pentru mașini-unelte de frezat, rabotat și mortezat	114
3. Dispozitive pentru strunguri și mașini de rectificat rotund	117
4. Dispozitive pentru mașini-unelte de prelucrat dantura	118
5. Dispozitive pentru mașinile de broșat	120
6. Dispozitive pentru montaj	121
7. Dispozitive de control	121
Cap. 14. Prelucrarea suprafețelor de revoluție exterioare	123
1. Criterii privind tehnologia de prelucrare a arborilor	123
2. Operații pregătitoare la executarea arborilor drepți	124
3. Strunjirea de degroșare a arborilor drepți (netezi și în trepte)	125
4. Strunjirea prin coplere a arborilor	131

5. Strunjirea de finisare a arborilor drepți și în trepte	132
6. Prelucrarea arborilor prin frezare	132
7. Prelucrarea arborilor prin broșare	133
8. Prelucrarea prin rectificare a suprafețelor de revoluție exterioară . . .	134
9. Tehnologia prelucrării de netezire a suprafețelor arborilor	139
10. Prelucrarea suprafețelor conice exterioare	141
11. Controlul execuției suprafețelor de revoluție exterioare	143
12. Măsuri de tehnică a securității muncii la prelucrarea suprafețelor de revoluție exterioare	144
Cap. 15. Prelucrarea suprafețelor de revoluție interioare	146
1. Prelucrarea alezajelor cu burghiul	147
2. Lărgirea și adâncirea alezajelor	153
3. Prelucrarea alezajelor prin alezare	156
4. Prelucrarea alezajelor prin strunjire	159
5. Prelucrarea alezajelor prin broșare	162
6. Rectificarea alezajelor	165
7. Prelucrarea de netezire a alezajelor	166
8. Prelucrarea alezajelor cu scule combinate	169
9. Controlul execuției operațiilor de prelucrare prin aşchiere a suprafe- țelor de revoluție interioare	170
10. Măsuri de tehnică a securității muncii la prelucrarea suprafețelor de revoluție interioare	170
Cap. 16. Prelucrarea suprafețelor plane	172
1. Prelucrarea suprafețelor plane prin rabotare și mortezare	172
2. Prelucrarea suprafețelor plane prin frezare	178
3. Prelucrarea suprafețelor plane prin broșare	184
4. Prelucrarea suprafețelor plane prin rectificare	186
5. Prelucrarea de netezire a suprafețelor plane	188
6. Tehnologia de prelucrare a suprafețelor plane ale batiurilor de mașini- unelte	189
7. Verificarea execuției suprafețelor plane	190
8. Măsuri de tehnică a securității muncii la prelucrarea suprafețelor plane	191
Cap. 17. Prelucrarea suprafețelor profilate	192
1. Prelucrarea suprafețelor cu scule profilate pe mașini-unelte obișnuite	192
2. Prelucrarea suprafețelor profilate cu dispozitive	194
3. Prelucrarea suprafețelor profilate pe mașini-unelte de copiat	195
4. Controlul execuției suprafețelor profilate	197
5. Măsuri de tehnică a securității muncii la prelucrarea suprafețelor pro- filate	197
Cap. 18. Prelucrarea pieselor cu mai multe axe și a pieselor cu suprafețe con- centrice	199
1. Tehnologia de prelucrare a pieselor de tipul excentricelor	199
2. Tehnologia de prelucrare a arborilor cotiți	201
3. Prelucrarea pieselor de tipul bușelor, discurilor și flanșelor	202
4. Tehnologia de prelucrare a segmentilor	204
5. Prelucrarea pieselor de tipul pistoanelor	206
6. Prelucrarea lagărelor	207
7. Controlul execuției pieselor cu mai multe axe și a pieselor cu supra- fețe concentrice	208
8. Măsuri de tehnică a securității muncii la prelucrarea pieselor cu mai multe axe și a pieselor cu suprafețe concentrice	208
Cap. 19. Prelucrarea filetelor	210
1. Scule pentru executarea filetelui	210

2. Elementele regimului de aşchiere la filetare	212
3. Prelucrarea filetelor pe maşini-unelte universale	214
4. Răcirea la prelucrarea filetelor	223
5. Verificarea execuţiei filetelor	223
6. Măsuri de tehnică a securităţii muncii la prelucrarea filetelor	223
Cap. 20. Prelucrarea pieselor cu dantură	231
1. Materiale şi semifabricate folosite la executarea roţilor dinţate	231
2. Scule folosite la prelucrarea pieselor cu dantură	232
3. Tehnologia danturării roţilor dinţate cilindrice	238
4. Tehnologia danturării cremalierelor	245
5. Tehnologia danturării roţilor dinţate conice	246
6. Tehnologia danturării roţilor melcate şi a melcilor	248
7. Prelucrarea arborilor canelaţi şi a alezajelor canelate	253
8. Controlul roţilor dinţate, a canelurilor şi a angrenajelor cu roţi dinţate	254
9. Măsuri de tehnică a securităţii muncii la prelucrarea pieselor cu dantură	254
Cap. 21. Metode şi procedee speciale de prelucrare a metalelor şi materialelor nemetalice	260
1. Prelucrarea prin eroziune electrică	260
2. Prelucrarea prin eroziune cu plasmă	262
3. Prelucrarea prin eroziunea electrochimică	262
4. Prelucrarea prin eroziune cu radiaţii	263
5. Prelucrarea prin eroziune abrazivă în câmp ultrasonic	265
6. Netezirea şi ecrusarea suprafeţelor prin deformare plastică	266
Cap. 22. Uzarea	268
1. Uzarea şi influenţa ei asupra duratei de funcţionare a maşinilor, utilajelor şi instalaţiilor	268
2. Etape de uzare	273
3. Controlul uzării	273
4. Metode de ameliorare a fenomenului de uzare	274
Cap. 23. Necesitatea şi organizarea reparării maşinilor, utilajelor şi instalaţiilor	276
1. Necesitatea reparării maşinilor, utilajelor şi instalaţiilor	276
2. Sisteme de reparaţii	278
3. Planificarea reparaţiilor	280
4. Normative de reparaţii	281
5. Ciclul de reparaţii	281
6. Metode de reparaţii	282
7. Organizarea reparării maşinilor, utilajelor şi instalaţiilor	283
Cap. 24. Pregătirea maşinilor, utilajelor şi instalaţiilor pentru reparaţii	285
1. Primirea maşinilor, utilajelor şi instalaţiilor pentru reparare	285
2. Demontarea maşinilor, utilajelor şi instalaţiilor	286
3. Spălarea şi curăţirea pieselor	291
4. Sortarea pieselor	291
5. Transportul pieselor şi subansamblurilor	292
Cap. 25. Repararea pieselor componente şi a mecanismelor de transmitere a mişcării de rotaţie	293
1. Repararea arborilor şi osiilor	293
2. Repararea arborilor cotiţi	300
3. Repararea lagărelor cu alunecare cu cuzineţi şi cu bucsă	301
4. Înlăturarea defectelor rulmenţilor şi înlocuirea lor	303
5. Repararea cuplajelor, ambrelajelor şi frânelor	304
6. Repararea mecanismelor de transmisie cu curele	306

7. Repararea mecanismelor de transmisie cu lanț	307
8. Repararea mecanismelor de transmisie cu roți dințate	307
9. Repararea angrenajelor melcate	308
10. Repararea camelor, excentricelor și a crucilor de Malta	309
11. Măsuri de tehnică a securității muncii	312
Cap. 26. Repararea mecanismelor cu mișcare de translație	313
1. Repararea mecanismelor șurub-piuliță	313
2. Repararea mecanismelor cu piston și bielă-manivelă	314
3. Repararea mecanismelor cu culisă	315
Cap. 27. Repararea pieselor cu suprafețe de ghidare	317
1. Repararea ghidajelor	317
2. Repararea traverselor și montanților	324
3. Repararea meselor	326
4. Repararea săniilor principale	326
5. Norme de tehnică a securității muncii la repararea pieselor cu suprafețe de ghidare	327
Cap. 28. Repararea instalațiilor hidraulice și pneumatice	329
1. Repararea pompelor	329
2. Repararea motoarelor hidraulice și pneumatice	330
3. Repararea conductelor, a pieselor de legătură și a rezervoarelor	330
4. Repararea distribuitorilor de comandă și acționare	331
5. Măsuri de tehnică a securității muncii la repararea instalațiilor hidraulice și pneumatice	331
Cap. 29. Repararea echipamentului electric	333
1. Repararea elementelor de comandă	333
2. Repararea elementelor de conectare manuale	334
3. Repararea elementelor de conectare automate	335
Cap. 30. Recepția mașinilor, utilajelor și instalațiilor după reparare	337
1. Controlul calității materialelor și al dimensiunilor pieselor	337
2. Controlul montării după reparație	339
3. Încercări și probe de recepție ale mașinilor, utilajelor și instalațiilor	341
4. Măsuri de tehnică a securității muncii la recepția după repararea mașinilor, utilajelor și instalațiilor	352
Cap. 31. Modernizarea mașinilor, utilajelor și instalațiilor	353
1. Necesitatea modernizării	353
2. Organizarea lucrărilor de modernizare	353
3. Sarcinile de bază ale modernizării	355
4. Calculul eficienței modernizărilor	356
5. Modernizarea prin modificări constructive	357
6. Modernizarea privind lărgirea posibilităților tehnologice	357
Cap. 32. Normarea tehnică	359
1. Importanța normării tehnice în procesul de producție	359
2. Structura normei de timp	359
3. Metode folosite pentru studierea și măsurarea timpului de muncă	361
4. Normarea tehnică la prelucrarea pe mașini-unelte	362
5. Normarea tehnică la lucrările de lăcătușărie și montaj	364

Tiraj: 19 500 ex. leg. 1/2. S.P.: 65. Coli de tipar: 23,25. Hîrtie: scris I.A 70×100/70 gr. Format: 16/70×100. Bun de tipar: 08.08.1978. Nr. plan: 11 843. Ediția: 1978.

Tiparul executat sub comanda nr. 243, la Întreprinderea Poligrafică „Crișana”, Oradea, str. Moscovei nr. 5. Republica Socialistă România





EDITURA DIDACTICĂ ȘI PEDAGOGICĂ, BUCUREȘTI-1978

Lei: 12,80